

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS**

**“DESHIDRATACIÓN POR FLUJO DE  
AIRE CALIENTE DE PULPA DE  
CARACOL GIGANTE *Megalobulimus maximus*”**

**Para optar el Título Profesional de:**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por el Bachiller:**  
**JACINTO RAMOS ARAUJO**

**TARAPOTO - PERÚ**  
**2009**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS**

**“DESHIDRATACIÓN POR FLUJO DE AIRE  
CALIENTE DE PULPA DE CARACOL GIGANTE  
*Megalobulimus maximus*”**

**Para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por el Bachiller:**

**JACINTO RAMOS ARAUJO**

**Tarapoto - Perú  
2009**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

## **TESIS**

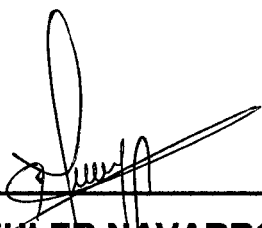
**“DESHIDRATACIÓN POR FLUJO DE AIRE  
CALIENTE DE PULPA DE CARACOL GIGANTE  
*Megalobulimus maximus*”**

**Para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por el Bachiller:**

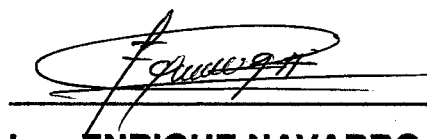
**JACINTO RAMOS ARAUJO**

**Sustentado y Aprobado ante el Honorable Jurado**



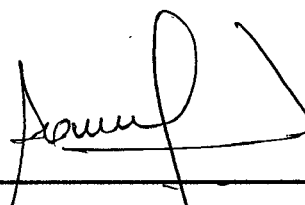
---

**Ing. M.Sc. EULER NAVARRO PINEDO**  
**Presidente**




---

**Ing. ENRIQUE NAVARRO RAMIREZ**  
**Secretario**



---

**Ing. ABILIO DOMINGUEZ BALDOCEDA**  
**Miembro**



---

**Dr. OSCAR MENDIETA TABOADA**  
**Asesor**

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor y cariño, para mi querida esposa María Elena, a quien admiraré por siempre por su gran fortaleza, superación y digno ejemplo de gran mujer, que gracias a su apoyo y comprensión he logrado realizarme como profesional.

A mis queridos hijos: Edward Romeo, Enmanuel Alexis y Sharon Dayanna, quienes son la razón de mi existir y el aliento permanente de superación familiar, para consolidarme como guía y referente en su vida.

A mis padres Jacinto y Aurelia, por darme la vida; a mis hermanos Alfonso, Graciela, Flora, Los Santos, Rosa y Elvira; a mis sobrinos Richard y José; y en forma muy especial agradecer toda mi vida, a mi estimada hermana YOLA, quien siempre estará dispuesta a dar todo de sí por cada uno de sus hermanos a cambio de nada.

A mi Dios todopoderoso, a mi Beatita Melchorita, al señor de Cachuy y a la virgen de Chapi, por la bendición permanente hacia nuestra familia.

## **AGRADECIMIENTO**

- A los señores docentes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por la excelente formación académica que he recibido durante mi permanencia en el claustro universitario.
- Al Ing. M.Sc. Dr. Oscar W. MENDIETA TABOADA, y a la Dra. Mary MEDINA VIVANCO, por la asesoría y por el apoyo brindado incondicionalmente durante la ejecución del presente trabajo de Tesis.
- Al Sr. Segundo Benigno DIAZ PUERTA, por su gran ayuda e integración familiar, por la atención y cariño que siempre les brindó a sus nietos.
- A la Sra. Judith SAAVEDRA, por el apoyo y esa amistad sincera y leal que siempre le ofreció a mi esposa María Elena, del cual siempre recordaré con mucha gratitud.
- A la Sra. Sarita ALEGRÍA, Directora de la Institución educativa N° 0005 por el apoyo y comprensión brindado hacia mi familia.
- Al Ing. M.Sc. Ricardo LAYZA CASTAÑEDA, por esa amistad y confianza durante mi permanencia en la universidad.
- A la señora Marly PINEDO FLORES, por la amistad con María Elena y por el apoyo brindado durante la ejecución y presentación del presente trabajo de tesis.
- Al Sr. Guido SAAVEDRA, del Laboratorio de Tepanal y a la Sra. Dolly FLORES, del Laboratorio de Anacompa, por el apoyo de equipos y materiales facilitados durante la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A mis camaradas fundadores del "MER" : Efraín SALAS, Roberto REAÑO, Percy TAPIA Y Cister GONZALES.
- A mis amigos, quienes en forma desinteresada me apoyaron: Dr. Cèsar Yrupailla, Carlos TORRES, Wagner PINEDO y Tulio FASANANDO.

# INDICE

Pág.

## RESUMEN

## ABSTRACT

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	17
1.1.	OBJETIVOS	18
1.1.1.	Objetivo general	18
1.1.2.	Objetivos específicos	18
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	19
2.1.	MATERIA PRIMA	19
2.1.1.	Generalidades	19
2.1.2.	Clasificación taxonómica	20
2.1.3.	Composición proximal	20
2.1.4.	Morfología	21
2.1.5.	Hábitat	23
2.1.6.	Alimentación del caracol	23
2.1.7.	Bioquímica del caracol gigante terrestre	24
2.1.8.	Propiedades curativas	26
2.1.9.	Usos culinarios	26
2.1.10.	Mercado	27
2.2.	PROCESO DE SECADO	27
2.2.1.	Secado de los alimentos	28
2.2.1.1.	Movimientos de solutos	28
2.2.1.2.	Retracción	29
2.2.1.3.	Formación de costras	29
2.2.2.	Secado por aire caliente	30
2.2.3.	Secado durante el periodo de velocidad constante	31
2.2.4.	Métodos para calcular el periodo de secado de velocidad constante	32
2.2.5.	Secado durante el periodo de velocidad decreciente	33

2.2.6.	Método que emplea predicciones de coeficientes de transferencia para el periodo de velocidad constante .....	34
2.2.6.1.	Método de integración gráfica .....	34
2.3.	CINÉTICA DE SECADO .....	34
2.4.	VELOCIDAD DE SECADO .....	35
2.5.	DIFUSIÓN DE HUMEDAD .....	36
2.6.	PRUEBAS DE SECADO .....	37
2.7.	ACTIVIDAD DE AGUA .....	37
2.8.	ISOTERMAS DE SORCIÓN .....	38
2.9.	REHIDRATABILIDAD DE LOS ALIMENTOS DESECADOS .....	38
2.10.	ANÁLISIS SENSORIAL .....	38
2.11.	SUPERFICIE DE RESPUESTA .....	39
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN .....	41
3.2.	MATERIA PRIMA .....	41
3.3.	EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO .....	42
3.3.1.	Equipos .....	42
3.3.2.	Materiales .....	43
3.3.2.1.	De campo .....	43
3.3.2.2.	De laboratorio .....	44
3.4.	REACTIVOS .....	44
3.5.	MÉTODOS DE CONTROL .....	45
3.5.1.	Controles en el caracol gigante fresco.....	45
3.5.1.1.	Análisis proximal .....	45
3.5.1.2.	Análisis microbiológico .....	46
3.5.2.	Controles durante el proceso de deshidratado .....	46
3.5.3.	Controles del producto terminado .....	46
3.5.3.1.	Análisis físico .....	46
3.5.3.2.	Análisis químico proximal .....	47
3.6.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	47

3.7.	DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE DESHIDRATADO DE LA PULPA DE CARACOL GIGANTE .....	48
3.7.1.	Materia prima .....	49
3.7.2.	Selección y clasificación .....	49
3.7.3.	Purgado .....	50
3.7.4.	Lavado .....	50
3.7.5.	Sacrificio .....	51
3.7.6.	Enfriado .....	52
3.7.7.	Desconchado y eviscerado .....	52
3.7.8.	Lavado y pesado de la pulpa .....	52
3.7.9.	Depurado .....	53
3.7.10.	Deshidratado convectivo .....	54
3.7.11.	Enfriado .....	55
3.7.12.	Envasado .....	55
3.8.	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SECADO .....	55
3.9.	DETERMINACIÓN DE LA DIFUSIVIDAD .....	56
3.10.	REHIDRATABILIDAD .....	56
3.11.	ISOTERMAS DE SORCIÓN .....	56
3.12.	COLOR .....	57
3.13.	ANÁLISIS SENSORIAL .....	57
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	58
4.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CARACOL ( <i>Megalobulimus maximus</i> ) FRESCO .....	58
4.2.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL CARACOL ( <i>Megalobulimus maximus</i> ) FRESCO .....	58
4.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PULPA DE CARACOL ( <i>Megalobulimus maximus</i> ) FRESCO Y DESHIDRATADO .....	59
4.4.	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	61
4.5.	SACRIFICIO .....	62
4.6.	DEPURADO .....	63



4.7.	SECADO .....	65
4.7.1.	Efecto de la temperatura del aire .....	65
4.7.2.	Velocidad de secado .....	66
4.7.3.	Difusividad .....	67
4.8.	ISOTERMA DE DESORCIÓN .....	69
4.9.	COLOR .....	70
4.10.	REHIDRATACIÓN .....	72
4.11.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	73
4.12.	BALANCE DE MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE PULPA DE CARACOL GIGANTE ( <i>Megalobulimus maximus</i> ) DESHIDRATADO....	74
4.13.	ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE CARACOL DESHIDRATADO .....	75
4.13.1.	Análisis de varianza .....	75
4.14.	ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE CARACOL REHIDRATADO .....	78
4.14.1.	Análisis de varianza .....	78
V.	CONCLUSIONES .....	81
VI.	RECOMENDACIONES .....	83
VII.	BIBLIOGRAFÍA .....	84
VIII.	ANEXOS .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	TÍTULO	Pág.
Figura 1.	Anatomía externa e interna del caracol .....	22
Figura 2.	Curva típica de velocidad de secado .....	31
Figura 3.	Curva característica de secado .....	36
Figura 4.	Representación gráfica de una superficie de respuesta .....	40
Figura 5.	Muestra de caracoles gigantes .....	41
Figura 6.	Equipo de secado con flujo de aire caliente .....	42
Figura 7.	Diagrama del flujo de deshidratado de pulpa de caracol .....	48
Figura 8.	Caracoles gigantes .....	49
Figura 9.	Caracol seleccionado .....	50
Figura 10.	Caracoles en sacrificio .....	51
Figura 11.	Caracoles desconchados .....	52
Figura 12.	Caracoles en solución de ácido acético .....	54
Figura 13.	Deshidratación de caracoles .....	55
Figura 14.	Pulpa de caracol fresco .....	60
Figura 15.	Pulpa de caracol deshidratado .....	60
Figura 16.	Curva de sacrificio (muerte térmica) del caracol .....	63
Figura 17.	Superficie de respuesta del depurado .....	64
Figura 18.	Efecto de la temperatura del aire sobre la cinética de secado de pulpa de caracol gigante a una velocidad de aire de 1,2 m/s .....	65
Figura 19.	Velocidad de secado a temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C, a velocidad de aire constante de 1,2 m/s .....	67
Figura 20.	Comportamiento de las difusividades a una velocidad de aire de 1,2 m/s y a temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C .....	68
Figura 21.	Isotermas de Desorción de la pulpa de caracol .....	69
Figura 22.	Parámetros de Luminancia de la pulpa de caracol .....	70
Figura 23.	Parámetros de Cromatocidad de la pulpa de caracol .....	71
Figura 24.	Parámetros de Saturación de de la pulpa de caracol .....	71

Figura 25. Capacidad de rehidratación de la pulpa de caracol gigante a una velocidad de aire 1,2 m/s y a temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C .... 72

Figura 26. Diagrama definitivo de operaciones de deshidratado de pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) ..... 74

## ÍNDICE DE CUADROS

Nº	TÍTULO	Pág.
Cuadro 1.	Características nutricionales del caracol .....	20
Cuadro 2.	Composición química de diferentes especies .....	21
Cuadro 3.	Condiciones del aire de secado .....	42
Cuadro 4.	Diseño experimental para el estudio de secado .....	47
Cuadro 5.	Valores reales .....	53
Cuadro 6.	Valores codificados .....	53
Cuadro 7.	Características físicas del caracol ( <i>Megalobulimus</i> <i>maximus</i> ) .....	58
Cuadro 8.	Características físicas de la pulpa del caracol ( <i>Megalobulimus maximus</i> ) fresco y deshidratado .....	59
Cuadro 9.	Composición proximal del caracol ( <i>Megalobulimus</i> <i>maximus</i> ) fresco .....	61
Cuadro 10.	Composición proximal del caracol ( <i>Megalobulimus</i> <i>maximus</i> ) deshidratado .....	62
Cuadro 11.	Valores de difusividad calculadas con la segunda ley De Fick para placa plana .....	68
Cuadro 12.	Análisis microbiológico de la pulpa de caracol deshidratado .....	73
Cuadro 13.	Parámetros según R.M. N° 615-2003-SA/DM .....	73
Cuadro 14.	ANVA para las características de Olor, Color, Textura y Apariencia general de la pulpa de caracol gigante deshidratado .....	76
Cuadro 15.	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial de los atributos Olor, Color, Textura y apariencia general .....	77
Cuadro 16.	ANVA para las características de Olor, Color, Textura y Apariencia general de la pulpa de caracol gigante rehidratado .....	79

Cuadro 17.	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial de los atributos Olor, Color, Textura y apariencia general .....	80
Cuadro 18.	ANVA para atributo de Olor de pulpa de caracol deshidratado .....	92
Cuadro 19.	ANVA para atributo de Color de pulpa de caracol deshidratado .....	95
Cuadro 20.	ANVA para atributo de Textura de pulpa de caracol deshidratado .....	98
Cuadro 21.	ANVA para atributo de Apariencia general de pulpa de caracol deshidratado .....	101
Cuadro 22.	ANVA para atributo de Olor de pulpa de caracol rehidratado .....	106
Cuadro 23.	ANVA para atributo de Color de pulpa de caracol rehidratado .....	109
Cuadro 24.	ANVA para atributo de Textura de pulpa de caracol rehidratado .....	112
Cuadro 25.	ANVA para atributo de Apariencia general de pulpa de caracol rehidratado .....	115

## RESUMEN

El proceso de secado de la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) mediante deshidratación por flujo de aire caliente, aplicado en el presente trabajo de tesis, nos permite observar que es una técnica eficiente y útil para la conservación del producto; así como también, facilitar su comercialización ya que disminuye el volumen y peso del producto.

En el presente trabajo se determinaron los parámetros adecuados para la conservación de la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) para consumo humano.

Para el análisis proximal de la pulpa de caracol gigante, en estado fresco, se obtuvieron los valores siguientes: 15,32% de proteínas, 2,86% de grasa, 1,54% de ceniza, 79,64% de humedad y 0,64% de carbohidratos.

Los caracoles fueron sacrificados por inmersión en agua y subsiguiente calentamiento desde la temperatura ambiente, 27°C, hasta 55°C, en un tiempo de 23,5 minutos; de otro lado, el depurado se realizó por inmersión de la pulpa en solución al 4% de ácido acético, por un tiempo de 5 minutos, a temperatura ambiente.

La deshidratación de la pulpa del caracol gigante se efectuó en secador convectivo de aire caliente, a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, con una velocidad de aire de 1,2 m/s. Con los datos obtenidos durante el proceso de secado se trazaron las gráficas correspondientes de peso y contenido de agua en función del tiempo, para cada temperatura considerada, lo cual nos permitió determinar el comportamiento de cinética de secado de la pulpa del caracol, determinándose que la cinética y la velocidad de secado se incrementan con el aumento de la temperatura. El coeficiente de difusión del agua se incrementa desde  $8,76 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  hasta  $1,49 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ , para las temperaturas de 40°C a 60°C, respectivamente.

La cinética de rehidratación de la pulpa de caracol gigante, permitió estimar la capacidad de retención de agua y los tiempos adecuados de rehidratación que fueron de 22,33; 26,00 y 28,5 horas para las temperaturas de secado de 40°C, 50°C y 60°C, respectivamente.

## ABSTRACT

The aim of the present work was to determine the appropriate parameters for the conservation of the giant snail flesh (*Megalobulimus maximus*) for human consumption.

For the analysis of the proximal pulp giant snail, in fresh state, were the following: 15.32% protein, 2.86% fat, 1.54% ash, 79.64% moisture and 0.64% carbohydrates.

The snails were killed by immersion in water and subsequent heating from ambient temperature, 27°C, to 55°C, in a time of 23.5 minutes; on the other hand, debugging is performed by immersing the pulp solution to 4% acetic acid for a time of 5 minutes at room temperature.

Dehydration of the giant snail flesh was in convective hot air dryer at temperatures of 40°C, 50°C and 60°C with an air velocity of 1.2 m/s. With the data obtained during drying process were drawn charts for weight and water content as a function of time for each temperature considered, which allowed us to determine the kinetics of drying of the snail flesh, which determined the kinetics and the drying rate increases with increasing temperatures. The diffusion coefficient of water increases from  $8.76 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  to  $1.49 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$  for temperatures of 40°C to 60°C, respectively.

The rehydration kinetics of the giant snail pulp, allowed to estimate the water holding capacity and adequate rehydration times were 22.33, 26.00 and 28.5 hours for drying temperatures of 40°C, 50°C and 60°C, respectively.



## I. INTRODUCCIÓN

El caracol gigante (*Megalobulimus maximus*), conocido como “congompe”, es una especie representativa de la fauna silvestre invertebrada de la Región San Martín.

El caracol constituye una valiosa fuente de proteínas en la alimentación de la gente del campo y de la ciudad. La carne del caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) posee un sabor agradable y su consumo local y regional se mantiene potencialmente por tradición y costumbre de la gente oriunda principalmente de la Región San Martín.

Esta especie se desarrolla de manera diversa en la Región San Martín. Pero considerando su importancia comercial se puede implementar un cultivo tecnificado en ambientes óptimos para su producción, convirtiéndose de esta manera en una actividad económicamente rentable y una alternativa de desarrollo para el poblador dedicado a la helicultura.

Básicamente, el secado consiste en retirar por evaporación el agua de la superficie del producto y traspasarla al aire circundante. La rapidez de este proceso depende del aire (la velocidad con la que éste circule alrededor del producto, su grado de sequedad, etc.) y de las características del producto (su composición, su contenido de humedad, el tamaño de las partículas, etc.). A medida que el aire se calienta, su humedad relativa decae y por lo tanto, puede absorber más humedad, deshidratándose más rápido el producto.

El método utilizado en este trabajo de investigación fue la conservación por deshidratación, la calidad de este método es un factor muy importante para su comercialización y fijación de precio del producto. Esto se realiza con la finalidad de estudiar el comportamiento de la cinética de secado, velocidad de secado, difusividad del agua durante el secado, isoterma de desorción y rehidratación del producto.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo General**

Determinar un método adecuado para la conservación de la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*), para el consumo humano.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto de la temperatura sobre la cinética de secado de la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*).
- Determinar la difusividad del agua contenida en la pulpa de caracol gigante para las diferentes condiciones de deshidratado utilizado.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1. MATERIA PRIMA

#### 2.1.1. Generalidades

El caracol terrestre es un excelente alimento desde el punto de vista nutricional, su carne contiene 9 de los 10 aminoácidos que necesita el cuerpo humano en la dieta diaria. Este animal, aparte del agua, que es el elemento constitutivo más importante de su anatomía, es rico en proteínas y bajo en grasas, es por esto que se le considera un alimento nutritivo de primera calidad. Es un alimento muy rico en sales minerales (calcio, zinc, cobre, magnesio, hierro), y en la parte comestible contiene vitamina A, Riboflavina, Niacina y vitamina C **(MINSA, 2008)**.

Dietéticamente, la carne del caracol posee una ventaja indiscutible en comparación con las demás carnes ya que no contiene colesterol, lo que le otorga un valor nutricional más elevado, especialmente para todas las nuevas tendencias culinarias. Sin embargo, constituye una comida un poco pesada, ya que su carne elástica resulta difícil de digerir por los jugos gástricos; adicionalmente, a causa de las preparaciones muy elaboradas y complicadas que se utilizan, hay que incluirlo dentro de los alimentos de los que no se debe abusar, ya que el exceso puede ocasionar problemas en la salud. El caracol es bajo en lípidos, pero aporta con un porcentaje importante en proteínas, de hecho no se debería consumir mas de una docena en el transcurso de una comida, procurando después evitar los platos con salsa y otros elementos pesados **(Barboza y Romanelli, 2005; Barboza et al., 2006)**.

El caracol proporciona una carne muy magra, por lo tanto, merece una especial consideración según las modernas concepciones dietéticas. Tiene un valor proteico superior al de los huevos y un contenido en sales

minerales que es más del doble que el de la carne bovina (MINSA, 2008; Millinsk et al., 2004).

2.1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a los sistemas de clasificación adoptados por Leme (1973) y Ramírez et al. (1988), el caracol gigante terrestre tiene la siguiente clasificación:

- Reino : Animal.
- Phyllum : Mollusca.
- Clase : Gasterópodo.
- Sub. Clase : Pulmonada.
- Orden : Stylommatophora.
- Súper Familia : Strophocheiloidea.
- Familia : *Megalobulidae* (Leme, 1973).
- Genero : *Megalobulimus* (Miller, 1878).
- Especie : *Megalobulimus maximus* (Sowerby, 1825).
- Nombre Común : Congompe.

2.1.3. Composición Proximal

Campoverde (1992), indica que la composición por 100 gramos de porción comestible de carne de caracol (*Megalobulimus maximus*) es como sigue:

Cuadro 1: Características Nutricionales del caracol

MUESTRA	HUMEDAD	PROTEÍNAS	GRASAS
1	78,2	15,8	2,8
2	80,1	15,6	2,3
3	77,3	16,3	3,1
Promedio	78,5	15,9	2,7

Fuente: Campoverde (1992)

**Ramírez et al. (1988)** y **Niinivaara et al. (1973)**, manifiestan que la composición química de la porción comestible de *Megalobulimus maximus* en comparación con otros caracoles y ganado porcino, ovino y vacuno son:

**Cuadro 2:** Composición química de diferentes especies

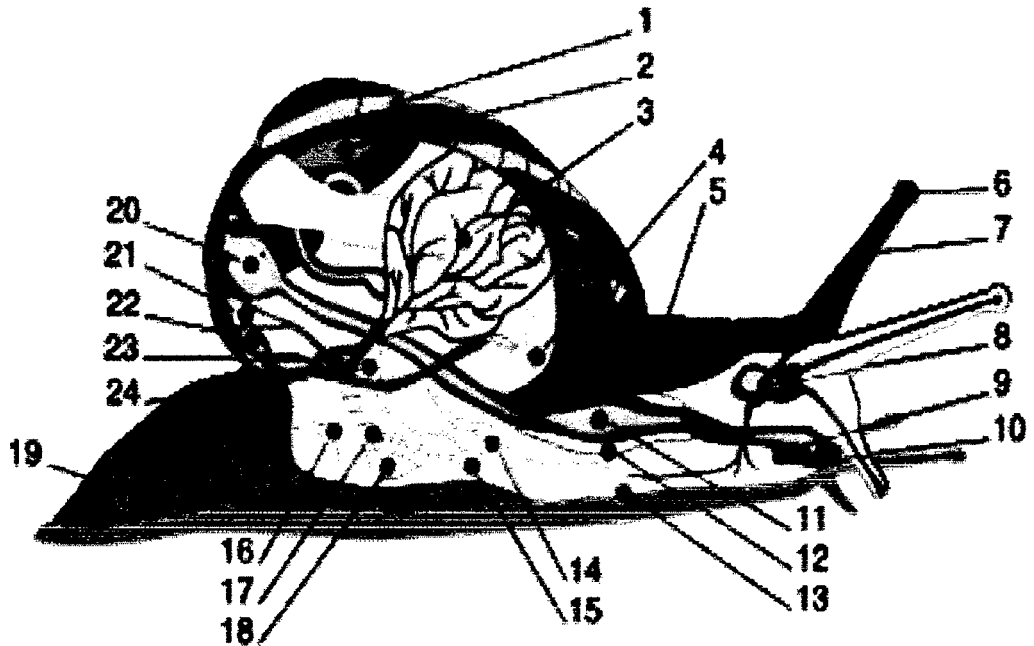
ESPECIE	HUMEDAD %	PROTEÍNA %	GRASA %
<i>M. maximus</i>	77,2	16,7	2,9
<i>M. capillaceus</i>	78,8	16,1	2,7
<i>Helix pomatia</i>	84,9	12,4	0,75
Cerdo	42,0	11,9	45,0
Ovino	56,3	16,4	26,4
Vacuno	60,0	17,5	21,7

Fuente: **Ramírez et al. (1988)**, **Niinivaara et al. (1973)**

#### 2.1.4. Morfología

La concha de estos gasterópodos terrestres es ovalada, presentando una altura de  $120.2 \pm 2.4$  mm y un ancho de  $70.2 \pm 1.5$  mm. , **Ramírez et al. (1988)**. Al estado adulto presenta un color pardo amarillento, dextrógira, de 5 a 6 vueltas, espira baja, vuelta corporal muy amplia (aproximadamente de la misma longitud que la espira) con rugosidades perpendiculares a las líneas de crecimiento, ápice ligeramente obtuso, suturas profundas, ombligo semiprofundo, líneas de crecimiento ligeramente espiraladas notorias a partir de la segunda vuelta y no simétricamente radiadas, abertura en forma deltoidea dirigida verticalmente, peristoma fuertemente engrosado y labios dirigidos hacia la parte externa. Las crías y juveniles, básicamente presentan las mismas características que los adultos con las diferencias siguientes : color pardo claro, máximo 5 vueltas, vuelta corporal de casi 1/3 del máximo diámetro de la abertura y sin rugosidades perpendiculares, abertura ovalada

dirigida verticalmente y peristoma débil no engrosado de labios traslucidos. En la Figura 1 se presenta la anatomía externa e interna del caracol terrestre (Wikipedia, 2008).



**Figura 1:** Anatomía Externa e Interna del caracol

- |                      |                       |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. Concha.           | 2. Hígado.            | 3. Pulmón.            |
| 4. Ano.              | 5. Poro respiratorio. | 6. Ojo.               |
| 7. Tentáculo.        | 8. Ganglios.          | 9. Ducto salival.     |
| 10. Boca.            | 11. Buche.            | 12. Glándula salival. |
| 13. Poro genital.    | 14. Pene.             | 15. Vagina.           |
| 16. Glándula mucosa. | 17. Oviducto.         | 18. Saco de dardos.   |
| 19. Pie.             | 20. Estómago.         | 21. Riñón.            |
| 22. Manto.           | 23. Corazón.          | 24. Vasos deferentes. |

### 2.1.5. Hábitat

El hábitat natural que tienen los caracoles gigantes (congompes) de la selva peruana, son los bosques primarios, en los que permanecen ocultos debajo de la hojarasca y salen en busca de alimento y para procrear solo cuando de un tiempo prolongado llueve y el suelo se pone húmedo.

En verano y en invierno permanecen en “letargo”, escondidos en huecos y debajo del colchón de materia orgánica vegetal, soportando largos periodos de ayuno.

Los congompes gigantes son especies en proceso de extinción por la quema de bosques primarios y sus áreas de reproducción natural son cada vez mas restringidos. Sin embargo, es posible su reproducción masiva en criaderos especiales con fines comerciales y para la alimentación de la familia (Campoverde, 1992).

### 2.1.6. Alimentación del Caracol

El caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) se alimenta de vegetación herbáceo, frutos, diversos tipos de hojas y material vegetal en descomposición que se halla en el suelo, incluyendo restos de invertebrados.

Los vegetales identificados como alimento de los caracoles son la patquina (*Caladium*), calambre sachá, mullaca, masato panga, helecho, hierba de jergón (*Dracontium*), bolsa mullaca (*Physalis*), bijao (*Heliconia*).

Entre otros alimentos conocidos para caracoles tenemos: plátanos (maduros), papaya (hojas tiernas verdes y la fruta cortada en trozos), repollo, lechuga, calabaza, etc.

Cabe resaltar, que los caracoles se alimentan por la noche aprovechando la frescura y la humedad de la misma para buscar sus alimentos **(Campoverde, 1992)**.

### 2.1.7. Bioquímica del Caracol Gigante Terrestre

#### a) Bioquímica del Nitrógeno

Una de las funciones vitales de los moluscos, es la excreción, la cual es realizada por los órganos renales y por otras partes del cuerpo, pueden presentar una adaptación bioquímica a los compuestos del nitrógeno. El amoníaco es relativamente tóxico, son muy raros los animales que pueden tolerar un exceso en su sangre. Los vertebrados acuáticos de sangre fría generalmente eliminan una gran cantidad de amoníaco; pero, los niveles normales de amoníaco en sangre no sobrepasan de 0,1 mg/100ml para los moluscos del género *Sepia*; las cifras correspondientes son de 2,8 a 4,8 mg. y en los caracoles varían de 2,3 a 3,0 mg. Una segunda adaptación bioquímica lleva a la conversión de los desechos nitrogenados en compuestos no tóxicos y poco solubles. Esta es la técnica adoptada por las especies, que no pueden liberar eficazmente su amoníaco por la superficie del cuerpo. El nitrógeno es eliminado en forma de aminoácidos o de ácido úrico. La presión osmótica parece tener un efecto decisivo sobre la excreción del nitrógeno. **(Navarro, 1991)**.

El contenido en ácido úrico en los caracoles terrestres nos da la medida de su peso seco, es de 10 a 300 veces mayor que en las especies



marinas y las especies que viven en el límite de desembocadura del río con el mar (**Navarro, 1991**).

Este molusco presenta la particularidad de no tener ninguna o muy pocas enzimas asociadas al ciclo de la ornitina, que es el camino de la producción de úrea en otros animales (**Astete, 1983**).

#### **b) Bioquímica del Mucus**

La epidermis de los moluscos es rica en células glandulares que secretan mucus, el cual es utilizado para múltiples fines, como para atrapar partículas alimenticias, evitar la evaporación de la superficie del cuerpo, sobre todo de las especies terrestres y lubricar la superficie del pie, esta última función es importante por que constituye un factor primordial en la locomoción de los caracoles (**Villee, 1970**).

En un estudio realizado sobre la composición química del mucus de los moluscos, se descubrió que este se componía de Proteína 75%, Carbohidratos 15% y sólidos totales 10%. (**Coto, 1970**).

#### **c) Bioquímica del Sistema Digestivo**

La mayor parte de los moluscos tienen un estómago muy complejo, cuyos detalles estructurales varían con los distintos modos de alimentación. En general presenta siempre un par de glándulas digestivas, cuya forma y función varían según las diferentes clases de moluscos.

En los gasterópodos, las enzimas presentes, atacan a una amplia gama de hidratos de carbonos, pero no se sabe todavía en que medida las células forman parte del conjunto de enzimas. También se han encontrado en el tubo digestivo bacterias celulíticas y es evidente que, al

menos en muchos de ellos la digestión de la celulosa depende de estos simbioses. Sin embargo, en algunos, la eliminación de la flora bacteriana no impide la digestión de la celulosa. Además se encuentran quitinasas, que pueden ser producidas por bacterias simbioses (agrupación de microorganismos para beneficiarse mutuamente) o por los propios gasterópodos (Navarro, 1991).

#### 2.1.8. Propiedades Curativas

Por otra parte según el **Centro de Helicultores (2002)**, el caracol presenta propiedades curativas entre las cuales están:

- Remedio para males del estómago.
- Combate la bronquitis, dolores de garganta y gastrointestinales.
- Recomendado para el raquitismo.
- Su baba es utilizada para elaborar cremas suavizantes para uso cosmético.
- Combate el colesterol.
- Recomendado para quemaduras, arrugas y estrías.
- Actúa como afrodisíaco.
- Cura la calvicie.
- Reduce la presión arterial.
- Recomendado el consumo de caracoles vivos para curar la úlcera gástrica y tratamiento para la tuberculosis pulmonar.

#### 2.1.9. Usos Culinarios

Existen varias maneras de preparar los caracoles para consumo, comer caracoles es una cuestión de vencer preconceitos y tener información correcta sobre las propiedades alimenticias de su carne.

Los restaurantes de Europa, Asia, EEUU y en Latinoamérica en México que tradicionalmente han ofrecido especialidades con caracoles tienen proveedores regulares, pero hay nuevos negocios que están integrando en sus menús platillos con caracoles, que exigen suministros, tales como Chorizo o Nuggets de caracol.

En diferentes lugares de la Amazonía Peruana se consumen los caracoles en caldo, revuelto, picadillo, asado y ceviche. **(Campoverde, 1992).**

#### 2.1.10. Mercado

La producción de caracol en los principales países consumidores no satisface su propia demanda. Es por esta razón que los mismos han debido acudir a otros países productores para cubrir la demanda insatisfecha.

El mercado consumidor de caracoles es formado por restaurantes, hoteles, gourmet shops, supermercados, familias, industrias de ración y lugares de pesca; siendo los principales países consumidores, Francia, Italia, España, Alemania, China, Japón, México y Estados Unidos **(Alaguna y Amador, 2008).**

En el ámbito mundial, se comercializa cada año 300 000 toneladas de carne de caracol, entre caracoles vivos, frescos, congelados, preparados y en conservas **(ProChile Madrid, 2006).**

## 2.2. PROCESO DE SECADO

La disminución de la humedad de los alimentos es uno de los métodos más antiguos utilizados para su conservación. Al reducir el contenido de agua de un

alimento hasta un nivel muy bajo, se elimina la posibilidad de su deterioro biológico y se reducen apreciablemente las velocidades de otros mecanismos de deterioro. Además del efecto conservante, mediante la deshidratación se reducen el peso y el volumen del alimento, aumentando la eficacia de los procesos de transporte y almacenaje **(Singh, 1997)**.

### 2.2.1. Secado de los alimentos

Entre los componentes de los alimentos figuran proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, enzimas y sales inorgánicas y muchos de esos componentes están fuertemente hidratados. El agua presente en los alimentos no se encuentra en estado puro, sino que puede estar formando parte de las disoluciones de sólidos, de geles y de emulsiones, ligada, de diversos modos, a los constituyentes sólidos. Además, tanto los tejidos vegetales como los animales son de naturaleza celular, hecho que también afecta a su conducta durante la desecación **(Brennan, 1998)**.

#### 2.2.1.1. Movimiento de solutos

Una característica singular e importante del secado de los alimentos es el movimiento de sólidos solubles durante la desecación. El agua líquida que fluye hacia la superficie durante el secado, contiene diversos productos en disolución. El desplazamiento de algunos compuestos solubles se ve dificultado por las paredes celulares, que actúan como membrana semipermeable. A la migración de sólidos en los alimentos, contribuye también la retracción del producto, que crea presiones en el interior de las piezas. El resultado neto puede ser la acumulación de componentes solubles en la superficie al evaporarse el agua **(Brennan, 1998)**.

### 2.2.1.2. Retracción

Durante el secado de los tejidos animales y vegetales, por cualquier método, con la posible excepción de la liofilización, se produce cierto grado de retracción del producto. Los productos coloidales también se retraen cuando se secan. Durante las primeras fases del secado a bajas velocidades, la cuantía de la retracción está simplemente relacionado con la cantidad de agua eliminada. Hacia el final del mismo, la retracción es cada vez menor, de modo que el tamaño y las formas finales (o definitivas) del producto se alcanzan antes de terminarse el secado.

La retracción de los alimentos durante el secado puede influir en las velocidades del secado, debido a los cambios en el área de la superficie de desecación y a la creación de gradientes de presión en el interior del producto. Algunos trabajos realizados indican que la retracción no afecta a la conducta durante el secado (Brennan, 1998).

### 2.2.1.3. Formación de costras

Se ha observado que durante el secado de algunas frutas, carnes y pescados, se suele formar una película impermeable y dura en la superficie, lo que normalmente frena el secado, a este fenómeno se le suele denominar encostrado o formación de costra. Aunque se desconozca el mecanismo exacto, es probable que esté influido por múltiples factores, entre los que figuran la migración de sólidos solubles a la superficie y las elevadas temperaturas que se alcanzan en ella, hacia el final del secado, que inducen complejos cambios físicos y químicos en la capa superficial (Brennan, 1998).

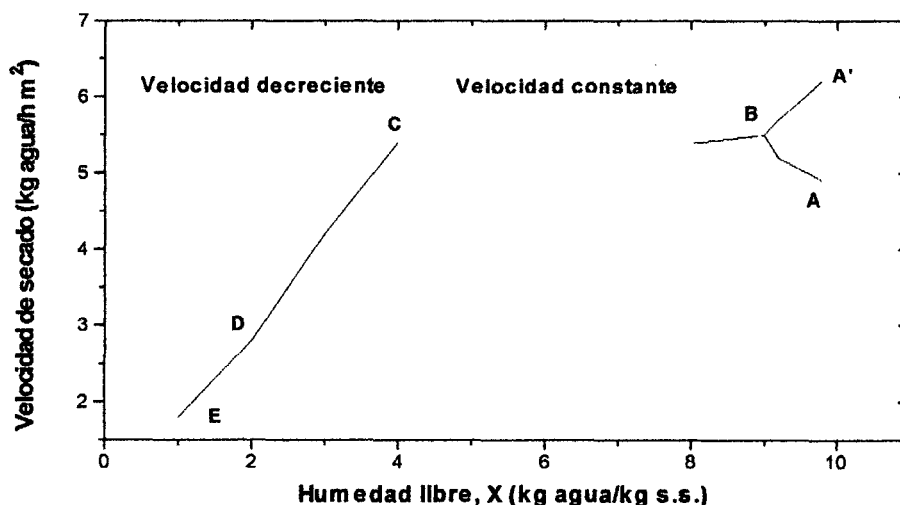
### 2.2.2. Secado por aire caliente

Al secar un sólido húmedo con aire caliente, el aire aporta el calor sensible y el calor latente de vaporización del agua y actúa también como gas portador, para eliminar el vapor de agua que se forma en la vecindad de la superficie de evaporación.

Considérese la situación en la que un sólido inerte, humedecido con agua pura, se seca en una corriente de aire caliente, que fluye paralelamente a la superficie de secado. Supóngase que la temperatura y la humedad de aire sobre la superficie de desecación se mantienen constantes, durante todo el ciclo de secado, y que todo el calor necesario se le aporta al producto por convección.

Si se registra el cambio del contenido en agua del producto durante todo el proceso de desecación, los datos se pueden representar como en la Figura 2. El estudio de estas gráficas muestra que el ciclo de secado puede descomponerse en varias fases o etapas (**Brennan, 1998**).

- a) ETAPA AB : Periodo de estabilización.
- b) ETAPA BC : Periodo de velocidad constante.
- c) ETAPA CD : Periodo de velocidad decreciente.



**Figura 2:** Curva típica de velocidad de secado

### 2.2.3. Secado durante el periodo de velocidad constante

El secado de diversos sólidos bajo diferentes condiciones constantes de secado casi siempre produce curvas de forma variable en el periodo de velocidad decreciente, pero en general siempre están presentes las dos zonas principales de la curva de velocidad de secado; el periodo de velocidad constante y el periodo de velocidad decreciente (**Geankoplis, 1998**).

Durante el primer periodo, la superficie del sólido está muy mojada al principio y sobre ella hay una película de agua continua. Esta capa de agua es agua no combinada y actúa como si el sólido no estuviera presente. La velocidad de evaporación con las condiciones establecidas para el proceso, es independiente del sólido y esencialmente igual a la velocidad que tendría una superficie líquida pura. Sin embargo, las ondulaciones y hendiduras en la superficie del sólido ayudan a obtener

una velocidad más alta de la que tendría una superficie completamente plana (Geankoplis, 1998).

Si el sólido es poroso, la mayor parte del agua que se evapora durante el periodo de velocidad constante proviene de su interior. Este periodo continúa mientras el agua siga llegando a la superficie con la misma rapidez con la que se evapora. La evaporación durante este periodo es similar a la que existe cuando se determina la temperatura de bulbo húmedo, y en ausencia de transferencia de calor por radiación o conducción, la temperatura de la superficie equivale en forma aproximada a la temperatura de bulbo húmedo. (Geankoplis, 1998).

#### 2.2.4. Método para calcular el periodo de secado de velocidad constante

Para estimar el tiempo de secado de determinado lote de material, el mejor método consiste en obtener datos experimentales reales bajo condiciones de alimentación, área superficial relativa expuesta, velocidad del gas, temperatura y humedad, que sean, en esencia, las mismas que tendrá el secador que se usará en el proceso real. De esta manera, el tiempo requerido para el periodo de velocidad constante se determina directamente con la curva de secado de contenido de humedad libre en función del tiempo. (Geankoplis, 1998).

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$R = - \frac{L_s}{A} \frac{dX}{dt}$$



$$t = \int_{t_1=0}^{t_2=t} dt = \frac{Ls}{A} \int_{x_2}^{x_1} \frac{dX}{R}$$

$$t = \frac{Ls}{AR_c} (X_1 - X_2)$$

$$R = \text{Constante} = R_c$$

### 2.2.5. Secado durante el periodo de velocidad decreciente

El punto C de la Figura 2 corresponde al contenido crítico de la humedad libre  $X_c$ . En este punto no hay suficiente agua en la superficie para mantener una película continua. La superficie ya no está totalmente mojada, y la porción mojada comienza a disminuir durante el periodo de velocidad decreciente hasta que la superficie queda seca en su totalidad en el punto D (**Geankoplis, 1998**).

El segundo periodo de velocidad decreciente empieza en el punto D, cuando la superficie está seca en su totalidad. El plano de evaporación comienza a desplazarse con lentitud por debajo de la superficie. El calor de evaporación se transfiere a través del sólido hasta la zona de vaporización. El agua evaporada atraviesa el sólido para llegar hasta la corriente de aire. En algunos casos no hay discontinuidad definida en el punto D, y el cambio de condiciones de secado de una superficie con humedad parcial a una superficie completamente seca, es tan gradual que no se detecta un punto de inflexión (**Geankoplis, 1998**).

Es posible que la cantidad de humedad que se elimina durante el periodo de velocidad decreciente sea bastante pequeña; no obstante, el tiempo requerido puede ser largo. En la Figura 2 se ilustra este efecto. El periodo BC para un secado de velocidad constante dura unas 3 horas y hace que

X disminuya de 0,40 a 0,19, esto es, una reducción de 0,21 kg H<sub>2</sub>O/kg. sólido seco. El periodo de velocidad decreciente CE continúa durante unas 9 horas y X disminuye solamente de 0,19 a 0 (Geankoplis, 1998).

## 2.2.6. Método que emplea predicciones de coeficientes de transferencia para el periodo de velocidad constante

### 2.2.6.1. Método de Integración gráfica

En el periodo de secado de velocidad decreciente que se muestra en la Figura 2, la velocidad de secado R no es constante, si no que disminuye cuando el secado pasa por la zona de contenido crítico de humedad libre X<sub>c</sub>, cuando el contenido de humedad libre X es cero, la velocidad también lo es.

El tiempo de secado para cualquier región entre X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{L_s}{A} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dx}{R}$$

La cual se integra gráficamente:

$$\left( \frac{1}{R} \text{ vs } X \right)$$

## 2.3. CINÉTICA DE SECADO

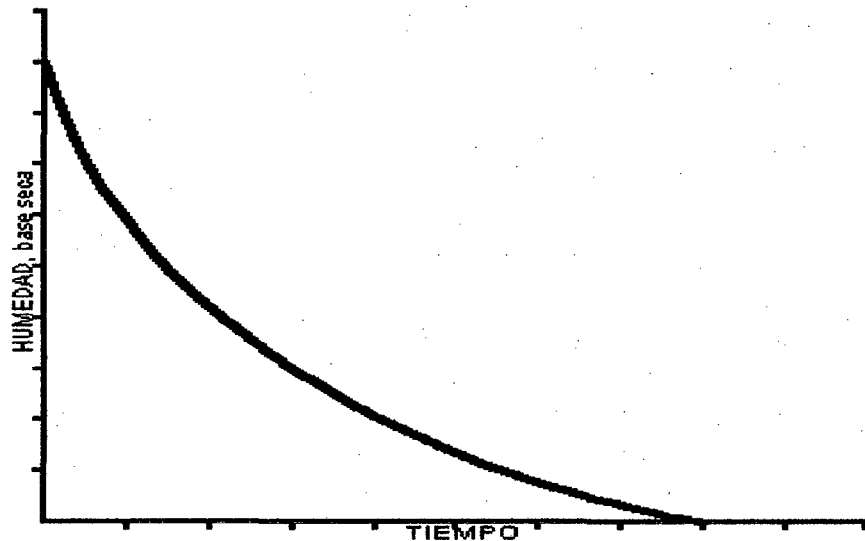
A partir de los datos obtenidos durante estas pruebas se pueden graficar curvas de contenido de humedad como función del tiempo. Estas serán útiles para determinar el tiempo necesario para secar grandes lotes en las mismas

condiciones de secado. Se puede obtener mucha información si los datos se convierten a cinética de secado expresada como masa/tiempo (área) y graficada contra contenido de humedad. En donde se observan dos periodos definidos, el periodo de secado constante y el periodo de secado decreciente. (**Instituto Tecnológico de Zacatepec, 1998**).

## **2.4. VELOCIDAD DE SECADO**

Para determinar experimentalmente la velocidad de secado de un material, se procede a colocar una muestra en una bandeja. Si se trata de material sólido se debe llenar por completo la base de la bandeja, de manera que sólo quede expuesta a la corriente de aire de secado a la superficie de dicho sólido. La pérdida en peso de humedad durante el secado puede determinarse a diferentes intervalos sin interrumpir la operación, colgando la bandeja de una balanza adaptada a un gabinete o a un ducto a través del cual fluye el aire de secado, tal como se observa en la figura 3.

Al realizar experimentos de secado por lotes, deben tomarse ciertas precauciones para obtener datos útiles en condiciones que se semejen lo más posible a las que imperaran en operaciones a gran escala. La muestra no debe ser demasiado pequeña y se debe introducir en una bandeja similar a la que se usará en producción. La relación entre superficie de secado y superficie de no secado (superficie aislada) así como la profundidad del lecho del sólido deben ser idénticas. La velocidad, la humedad, la temperatura y la dirección del aire deben ser las mismas y constantes para simular un secado en condiciones constantes. (**Geankoplis, 1998**).



**Figura 3:** Curva característica de secado

Existen muchos mecanismos posibles de secado, pero aquellos que controlan el secado dependen de su estructura y de los parámetros de secado: condiciones de secado (temperatura, velocidad y humedad relativa del aire), contenido de humedad, dimensiones, superficie expuesta a la velocidad de transferencia y contenido de humedad de equilibrio de la partícula. Durante el secado con aire bajo condiciones ambientales constantes, la curva de secado puede ser dividida en cuatro periodos de velocidad de secado. (**Laboratorio virtual de secado, 2002**).

## **2.5. DIFUSIÓN DE LA HUMEDAD**

El agua se elimina de los alimentos mediante su difusión, en fase líquida y/o vapor, a través de su estructura interior. Al movimiento del agua líquida le seguirá su evaporación en algún punto en el interior del alimento, pudiendo estudiarse el flujo difusional como si fuera difusión molecular. Así, el flujo de agua es en función del gradiente de la presión de vapor, de la difusividad del vapor en el aire, de la distancia a recorrer y de la temperatura. Además, dado que para evaporar el agua es necesario calor, el proceso supone realmente un transporte simultáneo de materia y calor.

La eliminación de la humedad del producto dependerá, en parte, de la transferencia de materia por convección hacia la superficie del producto. Aunque este proceso puede no ser el limitante de la velocidad, no debe olvidarse la importancia de mantener las condiciones límites óptimas para el transporte de la humedad. (Singh, 1997).

## 2.6. PRUEBAS DE SECADO

La determinación experimental se basa en un principio simple, que consiste en medir el cambio de contenido de humedad durante el proceso de secado del producto. El producto que se desea secar se introduce en una bandeja y es expuesto a una corriente de aire caliente que circula sobre la superficie del producto. El peso del producto se va anotando en función del tiempo de secado hasta alcanzar un peso constante (Geankoplis, 1998).

## 2.7. ACTIVIDAD DE AGUA

Brennan et al. (1998) indica que al considerar la influencia del contenido en agua en la estabilidad de los alimentos, no es el contenido total en agua lo importante, sino la cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano y la actividad química. Existe una abundante bibliografía que pone de manifiesto que una parte del contenido en agua de los alimentos se halla fuertemente ligado a puntos específicos de los componentes sólidos y que otra cantidad adicional se halla menos firmemente ligada, pero que tampoco es fácilmente disponible como disolvente para diversos solutos.

En el estudio de la disponibilidad del agua en los alimentos, se mide una propiedad fundamental, conocida como actividad de agua. Esta propiedad viene definida por la expresión:

$$a_w = \frac{P_v}{P_w}$$

donde:

$a_w$  = Actividad de agua.

$P_v$  = Presión de vapor de agua ejercida por la disolución ó el sólido húmedo.

$P_w$  = Presión de vapor del agua pura, a la misma temperatura.

## **2.8. ISOTERMAS DE SORCIÓN**

Si una disolución, o un sólido húmedo, se encuentran en equilibrio con la atmósfera su entorno, la actividad de agua de la disolución, o del sólido soluble, es numéricamente igual a la humedad relativa de la atmósfera; a esta última se le conoce como humedad relativa en equilibrio con la disolución o el sólido húmedo. La representación gráfica del contenido en agua en función de la actividad de agua se conoce como isoterma de sorción (Brennan et al., 1998).

## **2.9. REHIDRATABILIDAD DE LOS ALIMENTOS DESECADOS**

La rehidratabilidad, o aptitud para la reconstitución, son términos que se refieren a la velocidad y el grado en que los alimentos desecados captan y absorben agua y readquieren propiedades parecidas a las del producto original, cuando se ponen en contacto con un exceso de agua.

La rehidratabilidad de los alimentos que han sido troceados antes del secado, como las hortalizas cortadas en rodajas o en cubos y los trozos de carne, depende, en gran parte, de la estructura de las piezas secas y del grado en que los componentes que retienen el agua, principalmente las proteínas y el almidón, se hayan visto afectados por el secado (Brennan et al., 1998).

## **2.10. ANÁLISIS SENSORIAL**

Como disciplina científica es usada para medir, analizar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades sensoriales de los alimentos y

otros materiales, y que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído.

Está constituido por dos procesos definidos según su función: el análisis sensorial y el análisis estadístico. Mediante el primero se obtienen las apreciaciones de los jueces a manera de datos que serán posteriormente transformados y valorados por el segundo, dándoles con ello la objetividad deseada.

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando y/o mensurando, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico.

Por otro lado, el análisis estadístico está dado por la formulación de supuestos teóricos (hipótesis), con los que se podrá hacer inferencias o conclusiones sobre una población de alimentos o personas, y que serán comprobados a partir de los resultados del tratamiento estadístico de los datos obtenidos del análisis sensorial de la muestra que la represente; tratamiento aplicado en base a un adecuado diseño experimental que asegure la confiabilidad de los datos y sus resultados. (UREÑA et al., 1999).

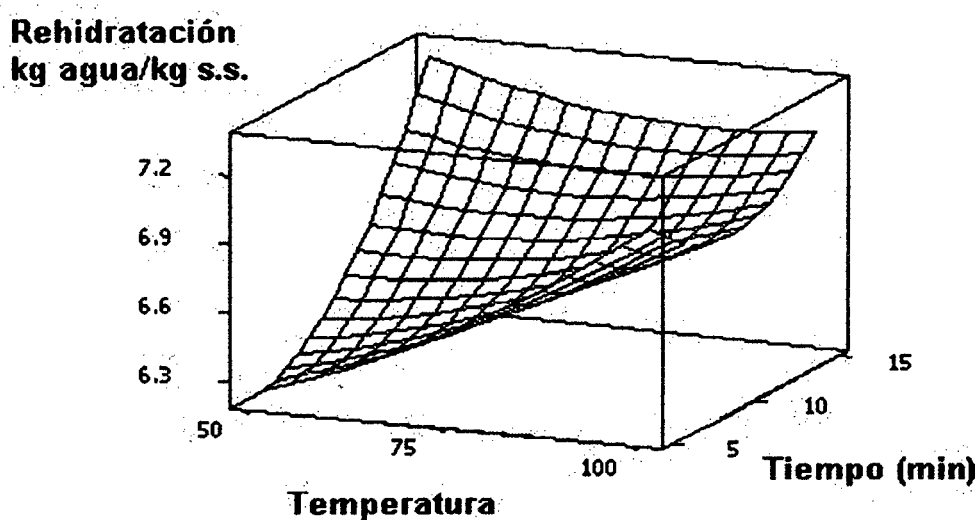
## **2.11. SUPERFICIE DE RESPUESTA**

El análisis de superficie de respuesta tiene como base el método de planeamiento factorial y consiste en grupos de técnicas usadas para el estudio de las relaciones entre una y otra respuesta, medidas analíticamente en un número de variables de entrada que pasan a ser controladas. Estas técnicas son usadas para dilucidar las siguientes interrogantes:

¿Cómo una respuesta es afectada sobre una región de interés dado por un conjunto de de variables de entrada?

¿Qué conjuntos de variables de entrada resultarán como producto dentro de las especificaciones deseadas?

¿Cuál de los valores de las variables de entrada tendrá el menor valor de una respuesta específica y como la superficie de respuesta se aproxima a este punto? (Box et al., 1978). Un ejemplo de superficie de respuesta se presenta en la Figura 4.



**Figura 4:** Representación gráfica de una superficie de respuesta



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de Investigación se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, ubicado en la Ciudad Universitaria del Distrito de Morales, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín.

#### 3.2. MATERIA PRIMA

Para el experimento se utilizaron Caracoles Gigantes (*Megalobulimus maximus*), los cuales fueron adquiridos vivos previa selección en el Mercado N° 2 del Distrito de Tarapoto, provenientes de la Provincia de Picota. La selección incluyó verificación de las características vitales de los ejemplares, integridad del caparazón, olor característico y peso, tal como se observa en la figura 5.



**Figura 5:** Muestra de Caracoles Gigantes

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

3.3.1. Equipos

- Secador por flujo de aire caliente (Figura 6) equipado con termostato, lámpara piloto, 01 interruptor, 01 switch de encendido, un transformador de 220V a 12V, 01 ventilador de 12V, 01 resistencia, con recirculación de aire del 80 %, potencia de 800 watts y velocidad de aire de 1,2 m/s.

Las condiciones del aire de secado se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Condiciones del aire de secado

Temperatura de bulbo seco (°C)	40	50	60
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	36	41	47
Temperatura de punto de rocío (°C)	35,2	39,6	45,5
Humedad (kg. agua/kg. aire seco)	0,037	0,048	0,067
Volumen específico (metro cúbico/kg. aire seco)	0,918	0,948	0,977
Humedad relativa (%)	77,17	58,58	49,38

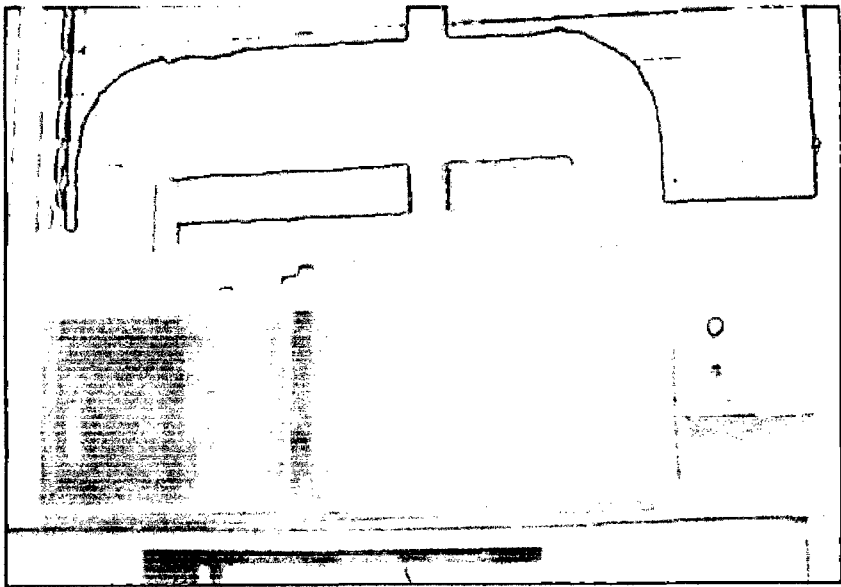


Figura 6: Equipo de secado con flujo de aire caliente

- Estufa MEMMERT, Modelo 600, tipo V30, temperatura máxima de 220 °C, 1400 W y 220 voltios.
- Baño maría con agitador y temperatura controlada, 230 V.
- Equipo medidor de color (CHROMA METER, Modelo CR-400) de 110V – 230V.
- Equipo medidor de actividad de agua, Modelo series 3TE; Voltaje de 100-240, automática.
- Mufla THERMOLYNE 1500 Furnace, temperatura máxima de 1200°C, 2240 W, 240 V. USA.
- Balanza digital DENVER INSTRUMENT COMPANY, modelo APX-200, capacidad máxima 200 g. y exactitud de 0,1 mg.
- Balanza digital DENVER INSTRUMENT COMPANY, modelo XL-6100, capacidad 6100 g. y exactitud de 0,1 g. USA.
- Balanza digital Sartorius, modelo BL-600, capacidad máxima 600 g. y exactitud de 0,1 g.
- Cocina eléctrica FISHER, temperatura máxima de 600 °C.
- Destilador micro Kjeldhal, marca Büchi.
- Digestor Büchi para proteína, tipo B425, 1100 watts, Suecia.
- Psicrómetros de bulbo húmedo y bulbo seco, temperatura máxima de 110 °C.
- Equipo extractor Soxhlet.
- Equipo de titulación.

### 3.3.2. Materiales

#### 3.3.2.1. De campo

- Materia prima: Caracol gigante (*Megalobulimus maximus*).

### 3.3.2.2. De laboratorio

- Pinzas de acero inoxidable.
- Pie de rey.
- Bureta de 10 ml.
- Probetas de 100, 250 y 500 ml.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudo de vidrio.
- Placas petri.
- Cronómetro.
- Campanas desecadoras de vidrio.
- Pipetas.
- Crisoles.
- Pizetas.
- Papel filtro sin cenizas.
- Bandeja de secado.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.
- Vasos de precipitación.
- Selladora.
- Papel filtro sin cenizas.
- Matraz.
- Equipo de cómputo.

### 3.4. REACTIVOS

- Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- Ácido Clorhídrico ( $\text{HCl}$ ).
- Ácido Bórico.
- Éter de Petróleo.
- Hidróxido de Sodio ( $\text{NaOH}$ ).
- Nitrato de Magnesio.
- Ácido acético.

### 3.5. MÉTODOS DE CONTROL

#### 3.5.1. Controles en el caracol gigante fresco

Los controles que se realizaron a la pulpa de caracol gigante antes de la deshidratación por flujo de aire caliente fueron la composición proximal (contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas), mediante los métodos aprobados por la **A.O.A.C. (1990)**.

##### 3.5.1.1. Análisis proximal

###### a. Humedad

Se determinó por el método de estufa, secando la muestra a una temperatura constante de 100°C durante 24 horas (**A.O.A.C., 1990**).

###### b. Proteína total

Fue determinado por el método semimicro kjeldhal, **A.O.A.C. (1990)**; el porcentaje de nitrógeno se multiplicó por el factor 6,25.

###### c. Grasa

Se realizó por extracción con éter de petróleo como solvente mediante el método soxhlet (**A.O.A.C., 1990**).

###### d. Ceniza total

Fue determinado por calcinación de la muestra en mufla, a 550 °C por 4 horas (**A.O.A.C., 1990**).

###### e. Carbohidratos

Se obtuvo por diferencia, restándose de 100 la sumatoria de los porcentajes de humedad, proteína, grasa y ceniza.



### 3.5.1.2. Análisis Microbiológico

El método que se utilizó para el análisis fue recuento en placa y número más probable (NMP). Este análisis se realizó con la finalidad de determinar la calidad microbiológica del producto final, principalmente para determinar la existencia de bacterias aerobias viables, Coliformes totales, *Salmonella sp.* y Anaerobios sulfito reductores en el producto deshidratado, para luego comparar si los resultados se encuentran dentro del rango de los parámetros establecidos en base a normas legales vigentes de acuerdo a la resolución ministerial N° 615-2003-SA/DM del 30 de mayo del 2003.

### 3.5.2. Controles durante el proceso de deshidratado

Se controló la pérdida de peso de la muestra durante el proceso de deshidratado, a intervalos de tiempo diferente, hasta alcanzar un peso constante, además se determinó las curvas de cinética y velocidad de secado.

### 3.5.3. Controles del producto terminado

Los análisis que se realizaron a la pulpa deshidratada fueron: análisis físico y análisis químico sensorial.

#### 3.5.3.1. Análisis Físico

Con la finalidad de observar el encogimiento de la muestra durante el tiempo que fue expuesto al secado, se procedió a medir las muestras (longitud, ancho y espesor) después del secado utilizando el pie de rey.

### 3.5.3.2. Análisis químico proximal

Se realizó el análisis químico proximal de la pulpa del caracol gigante deshidratado según la metodología indicada por la A.O.A.C. (1990).

## 3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

- a. Para el sacrificio mediante precocción se determinó la cinética de muerte térmica del caracol, para valores de temperatura comprendidos entre 27°C y 55°C, tal como lo indica la figura 16. Para el depurado se utilizó un experimento factorial (concentración de ácido acético y tiempo de inmersión), con repeticiones en el punto central, dentro de un diseño completo al azar, y análisis de superficie de respuesta (Box et al., 1978).
- b. Para el secado se empleó un arreglo factorial dentro de un diseño completamente al azar con 3 temperaturas (40, 50 y 60°C) y velocidad constante (1,2 m/s) del aire de secado, con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 experimentos, el mismo que se presenta en el Cuadro 4. Las variables respuesta fueron: peso del músculo (en base húmeda y base seca), humedad, parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ).

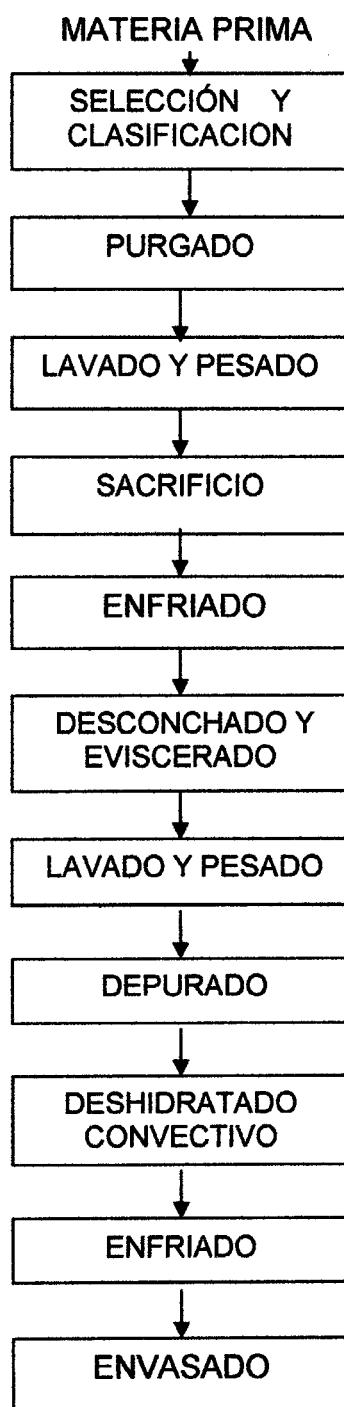
**Cuadro 4:** Diseño experimental para el estudio del secado

NÚMERO DE REPETICIONES	VELOCIDAD DEL AIRE CALIENTE ( 1,2 m/s )		
	T <sub>1</sub> °C	T <sub>2</sub> °C	T <sub>3</sub> °C
1	40	50	60
2	40	50	60
3	40	50	60

La unidad experimental estuvo constituida aproximadamente por 100 gramos de pulpa de caracol gigante.

### 3.7. DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE DESHIDRATADO DE LA PULPA DEL CARACOL GIGANTE

En la Figura 7 se presenta el diagrama de flujo preliminar para el procesamiento de la pulpa del caracol gigante.



**Figura 7:** Diagrama del flujo preliminar de deshidratado de pulpa del caracol



## **Descripción del proceso:**

### **3.7.1. Materia prima**

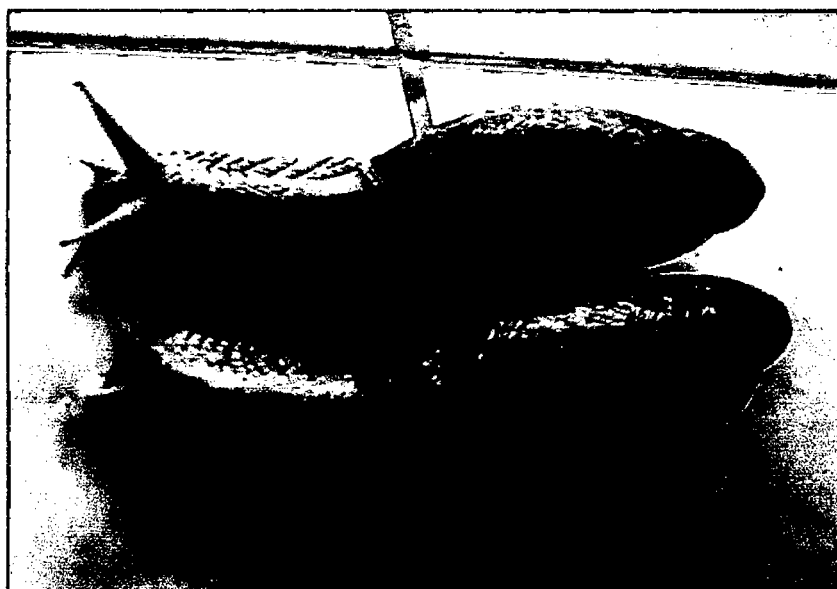
Los caracoles fueron adquiridos en el mercado central N° 2 de Tarapoto, todos provenientes de la Provincia de Picota tal como se observa en la Figura 8.



**Figura 8:** Caracoles gigantes

### **3.7.2. Selección y clasificación**

Con la finalidad de eliminar los ejemplares inapropiados para el proceso, se realizó la verificación de ruptura de la concha, olor y el peso ideal ( $250 \text{ g.} \pm 50 \text{ g.}$ ) de los caracoles tal como se observa en la figura 9.



**Figura 9:** Caracol seleccionado

#### 3.7.3. Purgado

Es un proceso empleado para eliminar la posible presencia de toxinas; para tal efecto, se utilizó harina húmeda de maíz amarillo duro, dentro de un recipiente de 30 x 50 cm. con un espesor de  $\frac{1}{2}$  pulgada, donde se introdujeron los caracoles, cubierto con una tapa que permitía la ventilación. Este proceso duró 72 horas (Navarro, 1991; Hayashi et al., 2004).

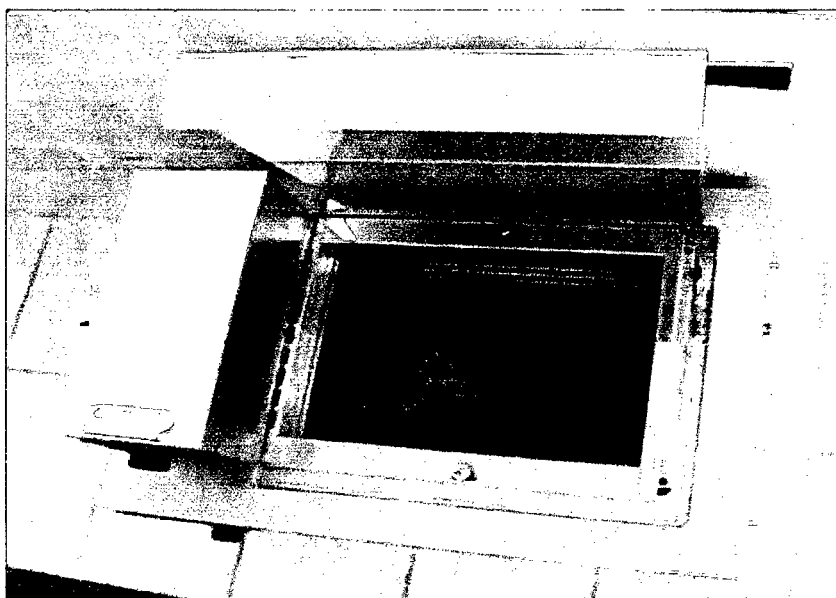
#### 3.7.4. Lavado y pesado

Después de limpiar el sistema digestivo, fueron lavados cuidadosamente con agua potable fría para extraer las materias extrañas, luego se procedió a pesarlos.

### 3.7.5. Sacrificio

Los caracoles fueron introducidos en el interior del equipo de baño maría con agitador y temperatura controlada, conteniendo agua potable fría en razón de 1:10 en función al peso del caracol, procediendo luego a encender el equipo, partiendo desde la temperatura ambiente ( $27^{\circ}\text{C}$ ) hasta alcanzar la temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ , durante 23,5 minutos, tiempo óptimo para lograr la muerte del caracol, por efecto térmico, tal como lo indica la figura 10.

Se realizaron ensayos experimentales de cinética de muerte térmica del caracol, con el propósito de determinar el valor adecuado de tiempo de muerte, empleándose tiempos comprendidos entre 5 y 25 minutos.



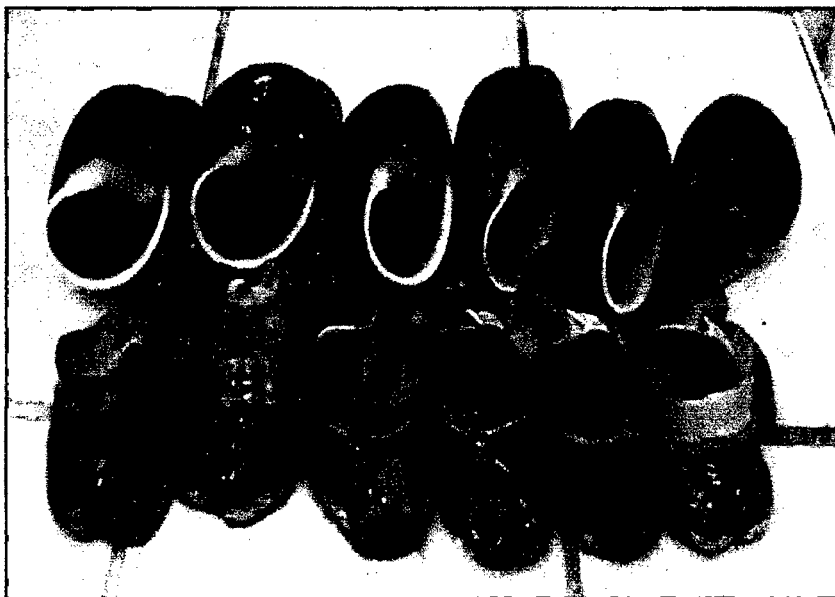
**Figura N° 10: Caracoles en sacrificio**

### 3.7.6. Enfriado

Los caracoles se vaciaron en un recipiente conteniendo agua potable fría y luego se ponen a escurrir.

### 3.7.7. Desconchado y eviscerado

Se realizó el desconchado cogiendo la pulpa del caracol y siguiendo el sentido contrario de giro dentro de la concha, se procedió a jalar levemente, enseguida se efectuó la evisceración, separando la pulpa del caracol para el proceso utilizado tal como se observa en la figura 11.



**Figura 11:** Caracoles desconchados

### 3.7.8. Lavado y pesado de la pulpa

Se procedió a lavar la pulpa con agua potable, de manera cuidadosa, en particular la zona de los pliegues del píe y luego se procedió a pesar, con el objetivo de conocer el rendimiento con relación a su peso total (Hayashi et al., 2004; Barboza et al., 2006).

### 3.7.9. Depurado

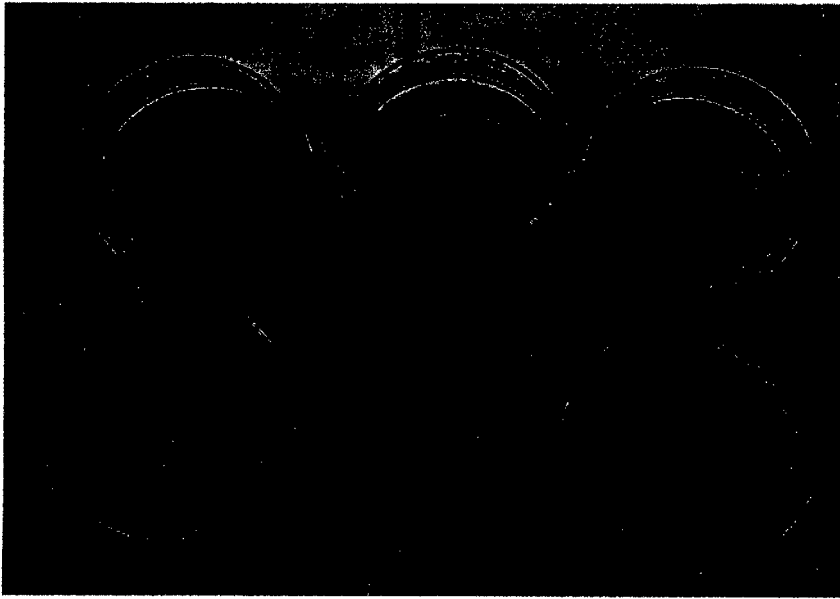
Con la finalidad de eliminar el mucus presente en la pulpa, se efectuó la inmersión de las muestras en soluciones de ácido acético de diferentes concentraciones (Navarro, 1991; Hayashi et al., 2004), como se muestra en la Figura 12. Se utilizó una relación en peso de 4:1 (peso de solución : peso de muestra), a temperatura ambiente (27°C), durante tiempos comprendidos entre 2 y 8 minutos. Se empleó un diseño compuesto central con puntos centrales y axiales, presentado en los Cuadros 5 y 6.

**Cuadro 5:** Valores reales y codificados de las variables utilizadas en el depurado

Variables	-1,4142	-1	0	1	1,4142
Concentración de Ácido acético	2,5 %	3 %	4 %	5 %	5,5 %
Tiempo (minutos)	2	3	5	7	8

**Cuadro 6:** Diseño experimental para el depurado con valores codificados de las variables

Nº	Concentración de Ácido acético (% peso)	Tiempo (minutos)	Puntaje
1	-1 (3 %)	-1 (3)	4+
2	-1 (3 %)	1 (7)	5
3	1 (5 %)	-1 (3)	4+
4	1 (5 %)	1 (7)	5
5	-1,4142 (2,5 %)	0 (5)	3 -
6	1,4142 (5,5 %)	0 (5)	5
7	0 (4 %)	-1,4142 (2)	5
8	0 (4 %)	1,4142 (8)	5
9	0 (4 %)	0 (5)	4
10	0 (4 %)	0 (5)	5
11	0 (4 %)	0 (5)	5



**Figura 12:** Caracoles en solución de ácido acético

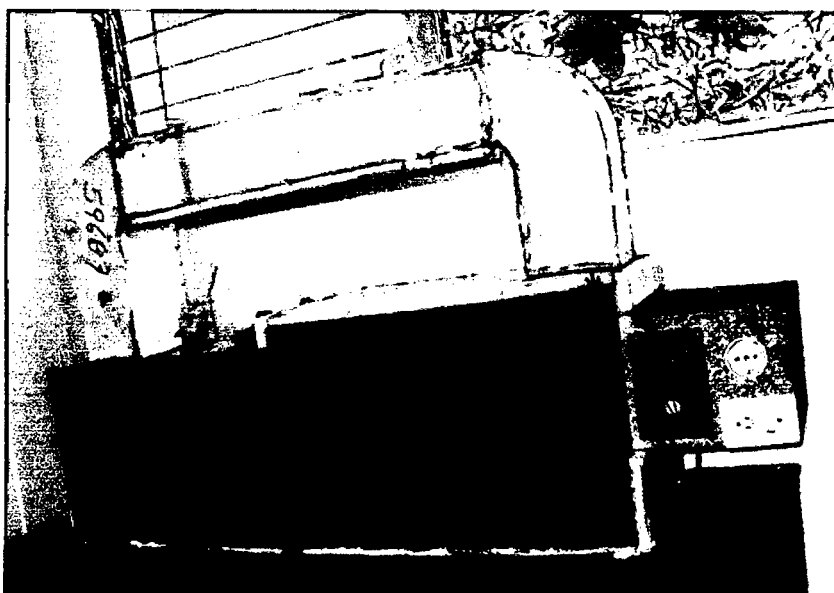
La evaluación del nivel de mucosidad de la pulpa, luego del tratamiento, se realizó mediante escala siguiente:

Completamente sin mucus .....	5
Regularmente sin mucus .....	4
Más o menos de mucus .....	3
Regularmente com mucus .....	2
Completamente com mucus .....	1

**3.7.10. Deshidratado convectivo**

En esta operación la pulpa de caracol gigante fue sometida a un flujo de aire caliente en secador convectivo de laboratorio, como se muestra en la Figura 13. Durante el proceso se evaluó la pérdida de peso y el tiempo hasta que la muestra alcanzó un peso constante.

Además, se procedió a evaluar otros cambios que sufre la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) durante el proceso, tales como color y variación en sus dimensiones.



**Figura 13:** Deshidratación de caracoles

### 3.7.11. Enfriado

Se dejó enfriar a temperatura ambiente, para que durante el tiempo de envasado no se produzca hongos en la superficie del producto.

### 3.7.12. Envasado

La pulpa de caracol gigante fue envasada manualmente en bolsas de polietileno de alta densidad y selladas herméticamente para evitar la contaminación de microorganismos patógenos.

## 3.8. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SECADO.

Con los datos experimentales se determinó el comportamiento de la velocidad de secado para diferentes temperaturas, donde las curvas son ajustadas mediante el modelo de Boltzman.

$$Y = \frac{(A_1 - A_2)}{(1 + \exp ((X - X_0) / dx))} + A_2$$

Donde:

$X_0$  = Valor central de los datos.

$dx$  = Incremento de los datos.

$A_1$  = Valor inicial de los datos, variable dependiente.

$A_2$  = Valor final de los datos, variable dependiente.

### 3.9. DETERMINACIÓN DE LA DIFUSIVIDAD

A partir de los datos experimentales de la cinética de secado, se determinó la difusividad del agua contenida en la pulpa de caracol gigante hacia el aire de secado, ajustando la ecuación de Fick, mediante regresión no lineal utilizando mínimos cuadrados.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -D_{\text{eff}} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Donde:

$C$  = Concentración de agua (contenido de humedad).

$t$  = Tiempo.

$x$  = Espesor de la muestra.

$D_{\text{eff}}$  = Difusión efectiva del agua.

### 3.10. REHIDRATABILIDAD

Se realizó con la finalidad de determinar la capacidad del producto secado de absorber agua. Se procedió colocando el producto seco en agua potable en una relación en peso de 20:1 (peso de agua : peso de muestra) y controlando el peso a intervalos de tiempos determinados hasta que el producto alcanzó peso constante (Singh et al., 2006; Mendieta et al., 2008).

### 3.11. ISOTERMA DE DESORCIÓN

El experimento se realizó de acuerdo a los siguientes pasos:



a) Los pretratamientos fueron realizados según lo descrito en la descripción del proceso, desde los puntos 3.7.1 al 3.7.9.

b) Se procedió a colocar diez muestras de caracol en el secador para su deshidratación por aire caliente, a temperaturas de 40, 50 y 60°C. Luego se fueron sacando las muestras, una a una, dentro de intervalos de tiempo establecidos para un límite total de tiempo de 24 horas.

c) Se controló el peso y tiempo para cada muestra y se realizó la medida de la actividad de agua de cada muestra, a temperatura de 25 °C del equipo, mediante un determinador de Actividad de agua (Decagon modelo 3TE) (Tonón et al., 2005).

d) Se determinó el contenido de humedad de cada muestra, colocando en la estufa a 100 °C por un tiempo de 24 horas.

### **3.12. COLOR**

Se realizaron las mediciones de color, utilizando un colorímetro Minolta (Chroma Meter, modelo CR-400), dentro de un intervalo de tiempo establecido durante el secado por flujo de aire caliente de la pulpa del caracol gigante, determinando los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , respectivamente (Singh et al., 2006).

### **3.13. ANÁLISIS SENSORIAL**

Para evaluar y analizar los resultados de los tratamientos de secado del caracol, se utilizó el diseño en bloques completamente al azar (DBCA), teniendo como bloques a los jueces conocedores del producto, donde se evaluaron cuatro aspectos: Color, Olor, Textura y Apariencia general de la pulpa del caracol, utilizando una escala hedónica de cinco puntos; estos resultados se analizaron mediante el análisis de varianza (ANVA) a un nivel de significancia de 0,05 %.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CARACOL (*Megalobulimus maximus*) FRESCO

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de las características del caracol gigante (*Megalobulimus maximus*), para un peso promedio del caracol recolectado para el experimento de 239,31 gramos, valor que difiere con los datos obtenidos por **Campoverde (1992)**, quien reporta pesos de 311-350 gramos para un caracol adulto de 12 a 15 meses de vida, esta diferencia se debe al tiempo de vida del caracol y a la pérdida de peso durante su comercialización desde la recolección hasta la etapa del proceso.

Cuadro 7: Características físicas del caracol (*Megalobulimus maximus*).

PARTES	PESO (g)	PORCENTAJE (%)
Caracol ( <i>Megalobulimus maximus</i> ).	239,31	100,00
• Concha.	51,84	21,66
• Visceras.	150,92	63,07
• Pulpa.	36,55	15,27

\* Valores promedios de 10 caracoles.

4.2. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL CARACOL (*Megalobulimus maximus*) FRESCO

El caracol se encontró vivo, fresco, con olor agradable y en perfectas condiciones físicas; al palpar el pie del caracol que se encontraba dentro de la concha, este reaccionaba saliendo de la concha, lo cual nos indica que es un

caracol de muy buena calidad (Barboza y Romanelli, 2004; Barboza y Romanelli, 2005; Barboza et al., 2006).

#### 4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PULPA DEL CARACOL (*Megalobulimus maximus*) FRESCO Y DESHIDRATADO

Las características físicas de la pulpa del caracol fresco y deshidratado, se muestran en el Cuadro 8, observamos que en el proceso de depurado hay una ligera variación de peso debido a la pérdida de la baba de la pulpa. Así también la pulpa al ser sometida al proceso de deshidratado pierde peso debido a la eliminación de agua, hay encogimiento del producto y un cambio de color, tal como se puede apreciar en las Figuras 14 y 15.

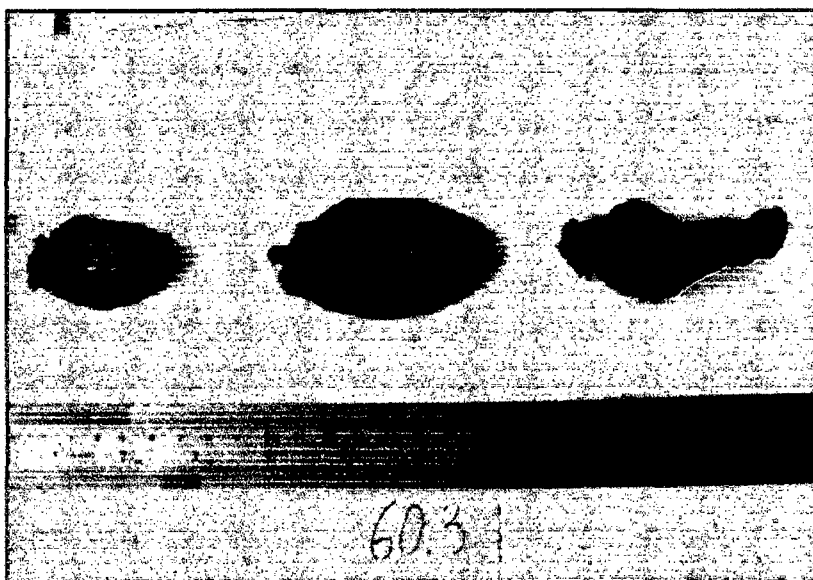
**Cuadro 8:** Características físicas de la pulpa del caracol (*Megalobulimus maximus*) fresco y deshidratado.

PARÁMETROS	VALORES	
	FRESCA	DESHIDRATADA
Peso total (g)	34,36	6,72
Longitud (cm)	9,91	8,04
Ancho (cm)	4,71	3,65
Espesor (cm)	0,82	0,59
Forma	Ligeramente plana	Ligeramente plana

\*Valores promedios de 10 caracoles



**Figura 14: Pulpa de caracol fresco**



**Figura 15: Pulpa de caracol deshidratado**

#### 4.4. ANALISIS QUÍMICO PROXIMAL

Los valores del análisis químico proximal del caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) en fresco y deshidratado, se presentan en los Cuadros 9 y 10. Se puede observar la variación en la composición proximal en función a porcentaje luego de ser sometido al proceso de deshidratado, demostrando de esta manera que es una especie con un alto contenido de humedad (79,64%) y proteína (15,32%). El porcentaje de estos componentes y los obtenidos para ceniza (1,54%), grasa (2,86%) y carbohidratos (0,64%), se aproximan a los valores reportados por **Campoverde (1992)**, **Ramírez et al. (1988)** y **Niinivaara et al. (1973)**, respectivamente.

La alta variación proximal que existe en los componentes agua y proteína, se atribuye al proceso de deshidratado al que fue sometida la pulpa del caracol gigante, ya que al eliminar agua, los demás componentes aumentan su porcentaje en función al peso de la muestra fresca y deshidratada. El porcentaje final de humedad del producto deshidratado (5,67%) se debe al prolongado tiempo del proceso de secado (24 horas) (**Singh et al., 2006**).

**Cuadro 9:** Composición proximal del caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) fresco.

COMPONENTES	PORCENTAJE (%)
Humedad	79,64
Proteínas	15,32
Grasas	2,86
Cenizas	1,54
Carbohidratos	0,64

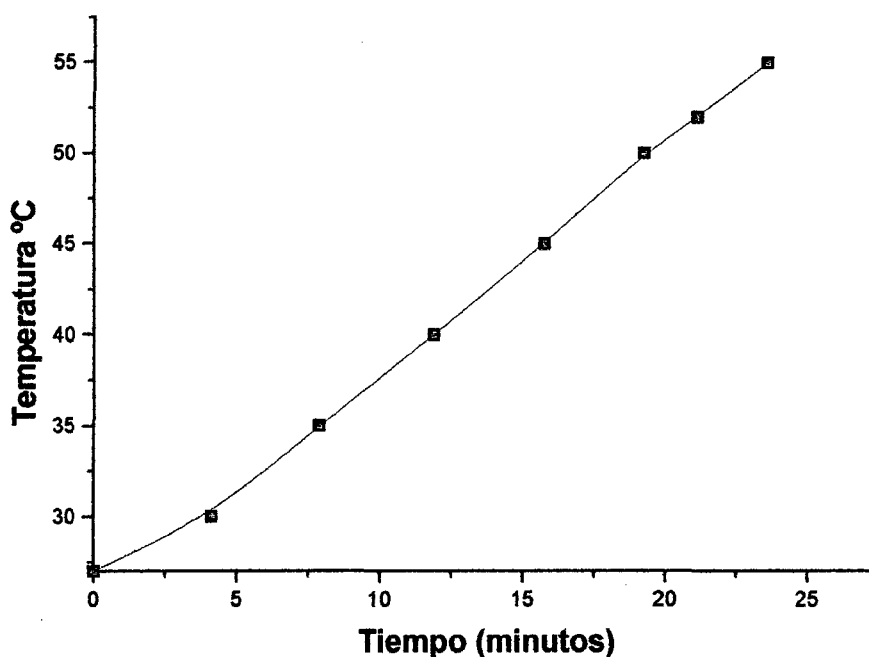
**Cuadro 10:** Composición proximal del caracol gigante  
(*Megalobulimus maximus*) deshidratado.

COMPONENTES	PORCENTAJE (%)
Humedad	5,67
Proteínas	75,60
Grasas	11,90
Cenizas	3,56
Carbohidratos	3,27

#### 4.5. SACRIFICIO

Los ensayos preliminares realizados, basados en los resultados obtenidos por **Navarro (1991)**, no permitieron obtener características adecuadas en el caracol, por lo cual se ensayaron otros métodos variando temperatura y tiempo de proceso.

Las mejores condiciones de sacrificio se consiguieron colocando en el interior del equipo de baño maría, con agitación, agua potable y los caracoles a sacrificar en la relación 10:1 (peso de caracol : peso de agua), a temperatura inicial de 27°C y calentando hasta 55°C, en un tiempo promedio de muerte térmica de 23,5 minutos, como se muestra en la Figura 16, ya que el caracol terminó con el pie extendido, facilitando su extracción de la concha y los tejidos tenían la textura adecuada para soportar el posterior proceso manual. El desconchado y eviscerado fueron realizados en forma manual.



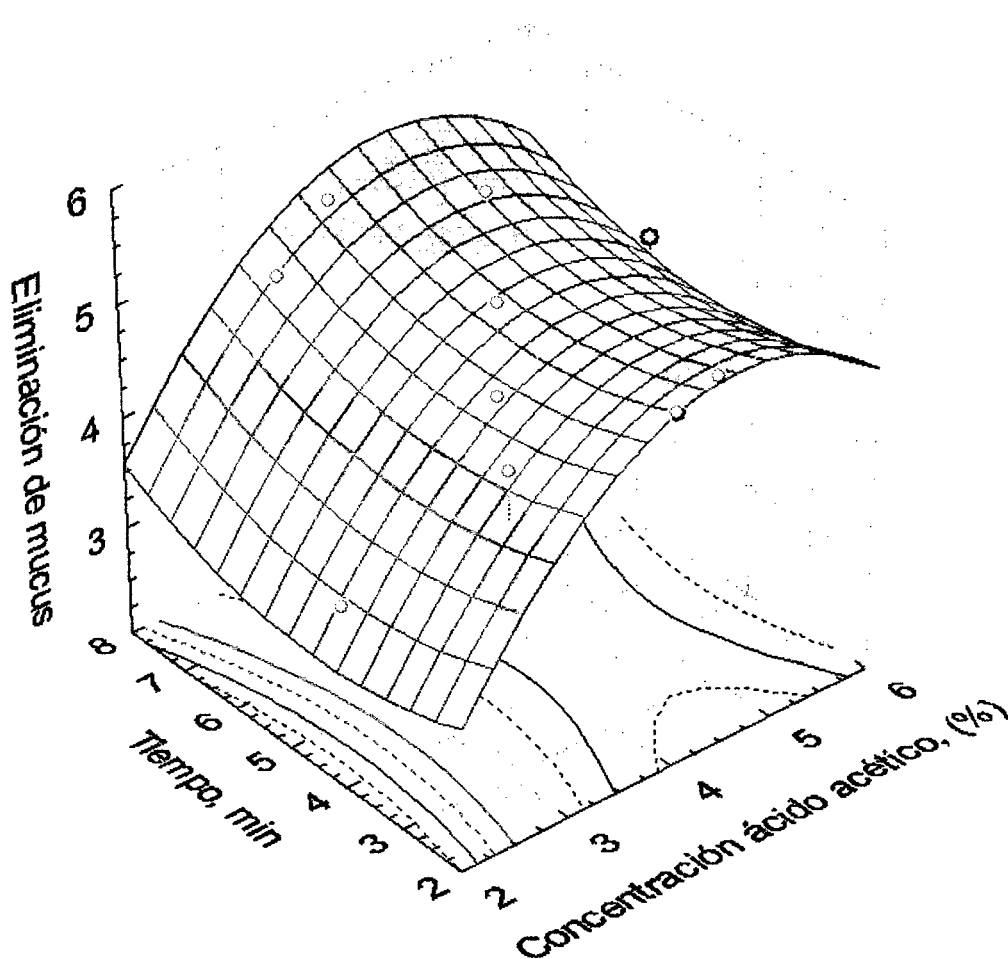
**Figura 16:** Curva de sacrificio (muerte térmica) del caracol

En la Figura 16 se presenta la variación de la temperatura utilizada para el sacrificio del caracol en función del tiempo (cinética de muerte térmica). Puede verse que el tiempo requerido para lograr la muerte del caracol, con la consiguiente desaparición de sus signos vitales, estuvo en torno de 23,5 minutos y la temperatura alcanzada fue de 55°C. Este resultado difiere del recomendado por **Barboza y Romanelli (2004)**, **Barboza y Romanelli (2005)** y **Barboza et al. (2006)**, quienes indican un tratamiento de 3 a 4 minutos en agua hirviendo.

#### 4.6. DEPURADO

La mejor eliminación del mucus o baba presente en la pulpa del caracol, se logró con inmersión en solución al 4% de ácido acético y una relación de 4:1 (solución de ácido acético : muestra), durante un tiempo de 5 minutos, a temperatura ambiente (27°C).

En la Figura 17 se presenta la superficie de respuesta obtenida para la eliminación de mucus, en función de la concentración de ácido acético y el tiempo de proceso. Puede verse que las mejores condiciones de proceso (color rojo oscuro en la Figura mencionada) corresponden a la concentración de 4% de ácido acético por un tiempo de 5 minutos. Este resultado es concordante con el reportado por **Hayashi et al. (2004)**, quienes utilizaron solución de agua, vinagre y sal común (8:1:1) por un tiempo de 5 minutos.



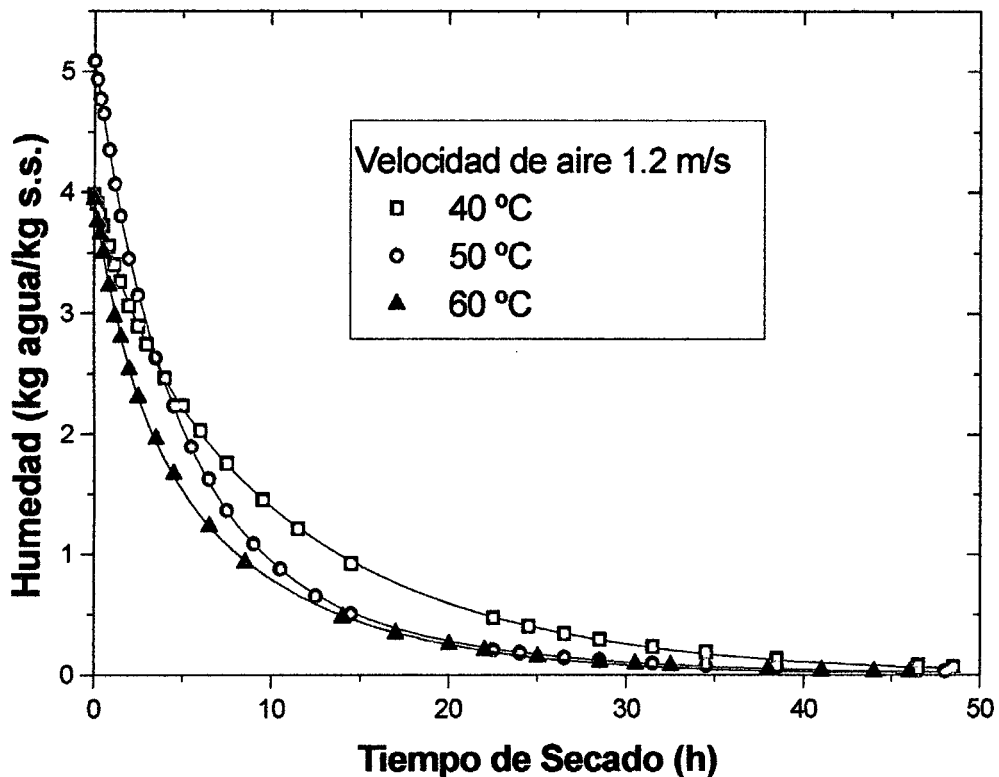
**Figura 17:** Superficie de respuesta del depurado



## 4.7. SECADO

### 4.7.1. Efecto de la temperatura del aire

En la Figura 18, graficando el tiempo de secado (horas) versus la humedad en base seca (kg. agua/kg. s.s.), para una velocidad del aire de 1,2 m/s y a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, se presentan las curvas de secado de la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*).



**Figura 18:** Efecto de la temperatura del aire sobre la cinética de secado de pulpa de caracol gigante a una velocidad de aire de 1,2 m/s.

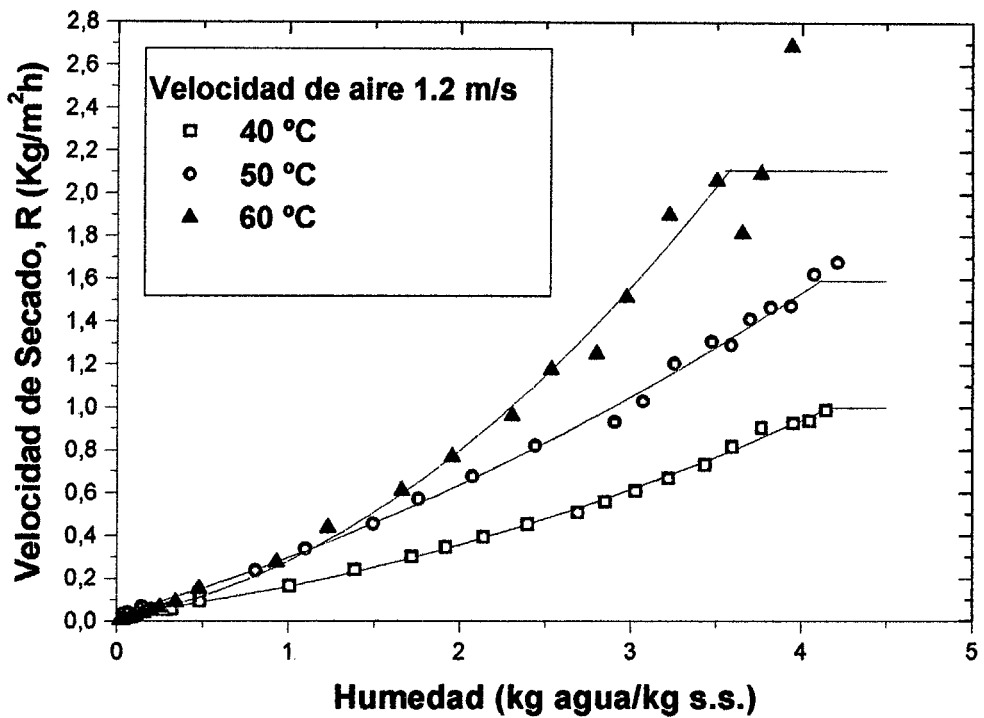
Se puede observar, en la Figura 18, que la humedad disminuye con el tiempo, existiendo una zona de altas velocidades de secado, hasta, aproximadamente 15 horas de secado; resultados similares han sido reportados para el secado de filetes de tilapia (Tello et al., 2004), almejas (García, 2003), tiburón (Mujaffar y Sankat, 2005), merluza y sardina (Pinto y Tobinaga, 2006), como también para diversos productos de

origen vegetal (Vega et al., 2007; Wang et al., 2007; Goyal et al., 2006). También se puede observar que para las primeras 10 horas la humedad disminuye con el aumento de la temperatura de secado; sin embargo después de este tiempo no se observa diferencia importante entre las humedades alcanzadas en las muestras secadas a 50 y 60°C. Esto posiblemente se deba a que los pretratamientos afectaron la transferencia de masa interna, durante el secado (Kingsly et al., 2007).

#### 4.7.2. Velocidad de secado

En la Figura 19, se observa los periodos de la velocidad de secado para temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, el ajuste de las curvas fue realizado mediante regresión no lineal empleando el modelo de Boltzman.

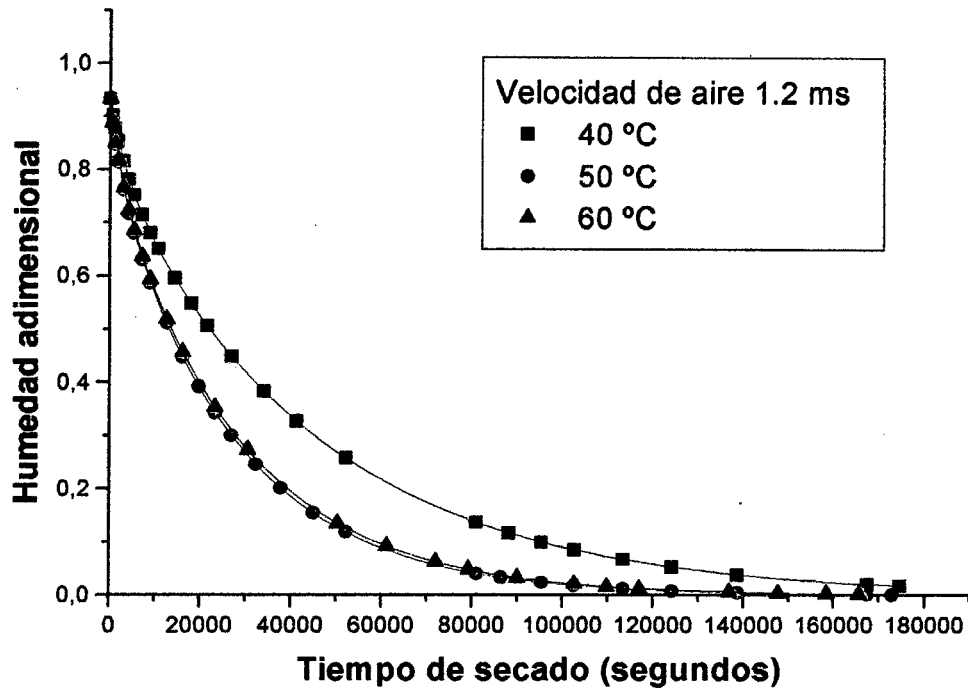
En la figura mencionada se puede notar que las muestras exhibieron dos periodos de secado (periodos de velocidad constante y velocidad decreciente). También puede observarse que la velocidad de secado antecrítica aumenta con el aumento de la temperatura. Según **Kiranoudis et al. (1992)**, en la mayoría de los alimentos la velocidad de secado es definida solo por el periodo de velocidad decreciente. El hecho de presentarse el período de secado de velocidad constante en el secado de músculo de caracol podría deberse a los tratamientos previos al que fue sometido, como el sacrificio y eliminación de mucus.



**Figura 19:** Velocidad de secado a temperatura de 40 °C, 50 °C y 60 °C y a velocidad de aire constante de 1,2 m/s

#### 4.7.3. Difusividad

En la Figura 20, están graficadas las humedades adimensionales en función del tiempo; en la figura indicada se puede apreciar el grado de ajuste del modelo de difusión de Fick a los datos experimentales (líneas continuas), observándose buen grado de ajuste, corroborándose esto con los altos valores del coeficiente de correlación obtenidos, los que son mostrados en el Cuadro 11. Los valores de los coeficientes de difusión, obtenidos a partir del ajuste de los datos experimentales al modelo de difusión de Fick, también son presentados en el Cuadro 11. Según **Maskan et al. (2002)**, por lo general estos valores, para materiales alimenticios, fluctúan en el rango de  $0,1$  a  $10 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ , por lo que se puede deducir que los valores de difusividad efectiva obtenidos están dentro de este rango.



**Figura 20:** Comportamiento de las difusividades a una velocidad de aire de 1,2 m/s y a temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C.

**Cuadro 11:** Valores de difusividad calculados con la ley de Fick para placa plana.

Temperatura (°C)	Velocidad de secado (m/s)	Difusividad x 10 <sup>-9</sup> (m <sup>2</sup> /s)	Coefficiente de correlación (R)
40(1)	1,2	0,01044	0,97091
40(2)	1,2	0,00876	0,97035
40(3)	1,2	0,00888	0,98486
50(1)	1,2	0,01394	0,97260
50(2)	1,2	0,01340	0,98721
50(3)	1,2	0,01487	0,98279
60(1)	1,2	0,02033	0,97809
60(2)	1,2	0,01533	0,97631
60(3)	1,2	0,01494	0,99113

4.8. ISOTERMA DE DESORCIÓN

En la Figura 21 se muestran los valores experimentales de humedad de equilibrio en función de la actividad de agua y las curvas ajustadas con la ecuación de GAB, donde se pueden notar la influencia de la temperatura en las isotermas de desorción del agua.

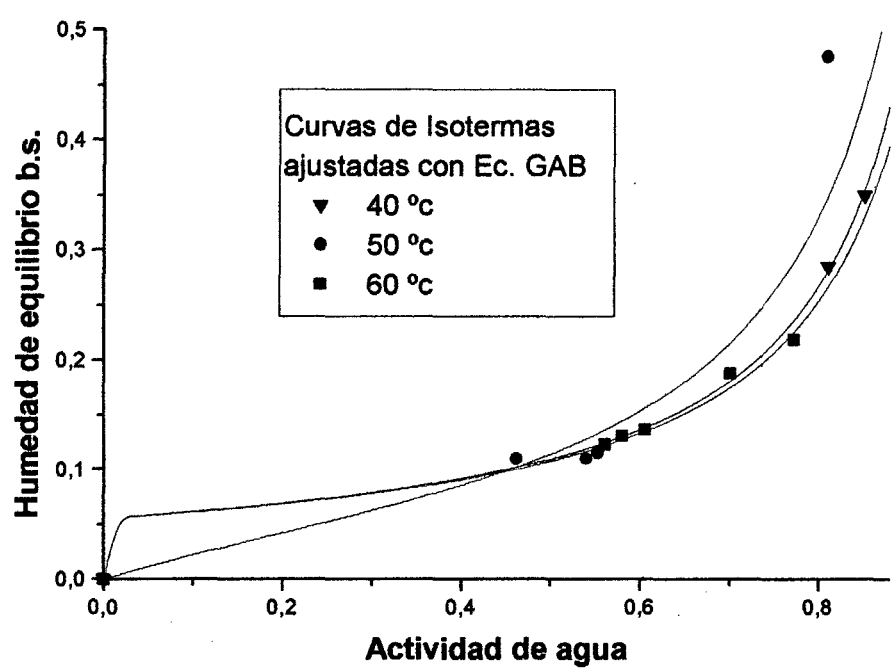


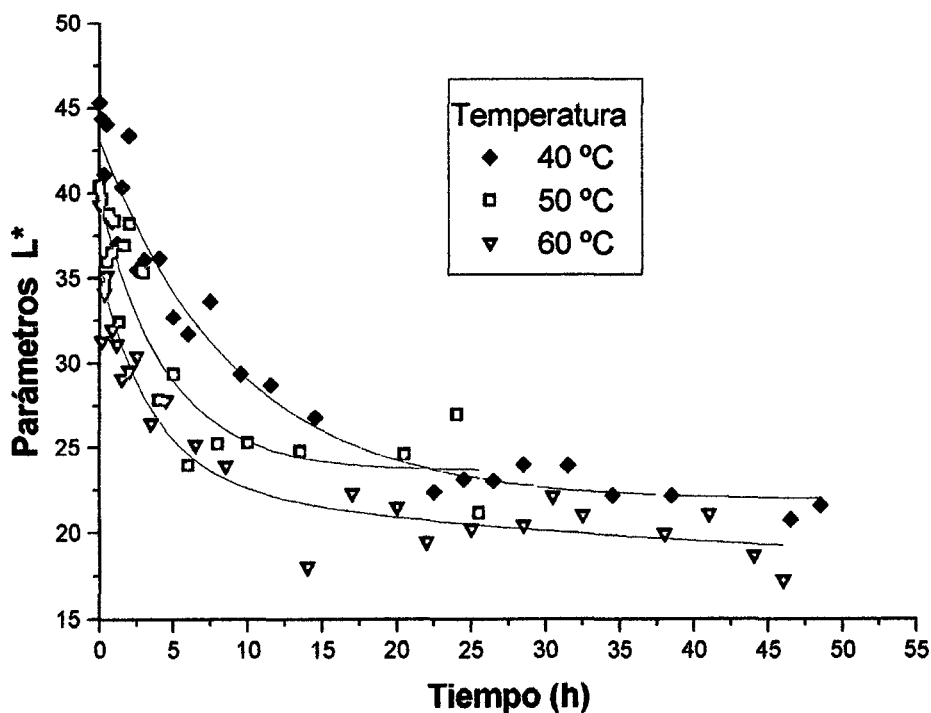
Figura 21: Isotermas de Desorción de la pulpa de caracol gigante

Los valores obtenidos para la constante **A** de la ecuación GAB, que corresponde al valor de contenido monomolecular de agua, que se presentan en la tabla siguiente, son comparables a los obtenidos para otros materiales alimentarios (Sablani et al., 2004).

MODELO	TEMPERATURA °C	CONSTANTES			R <sup>2</sup>
		A	B	C	
GAB	40 °C	0,05569	0,98873	-2,1834E+48	0,01635
	50 °C	0,07694	0,98108	324,805	0,17794
	60 °C	0,05529	0,97673	3,4632E+48	0,00008

#### 4.9. COLOR

En las Figuras 22, 23 y 24, se muestran los valores experimentales de color de la pulpa de caracol gigante a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, observando, que para los tratamientos de Luminancia ( $L^*$ ) la que refleja mayor cantidad de luz es la que fue secada a 60°C. Mientras que para la Cromaticidad ( $a^*$ ), el grado de diferencia entre el color y un gris propio de las pulpas de caracol es notable la diferencia para diferentes temperaturas. También podemos decir que para la Saturación ( $b^*$ ), el tratamiento a 60°C es el que presenta menor índice de saturación. Este comportamiento es concordante con lo reportado por **Singh et al. (2006)**. El color global del producto final fue marrón claro lo cual se debió al posible pardeamiento no enzimático de la pulpa, favorecido por las temperaturas relativamente altas utilizadas durante el secado (60°C) (**Cheftel y Cheftel, 2000**).



**Figura 22:** Parámetro de Luminancia de la pulpa de caracol

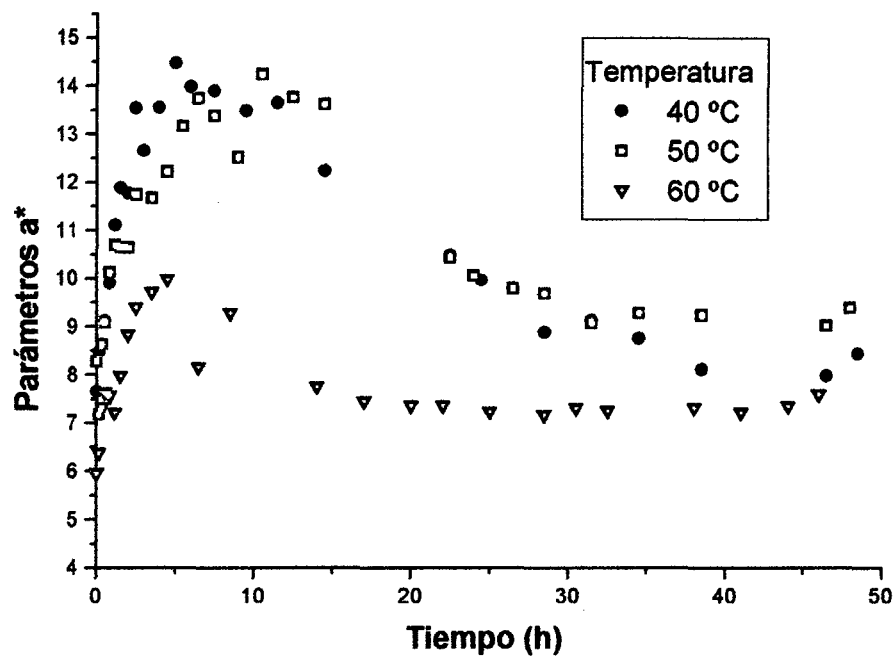


Figura 23: Parámetro de Cromaticidad de la pulpa de caracol

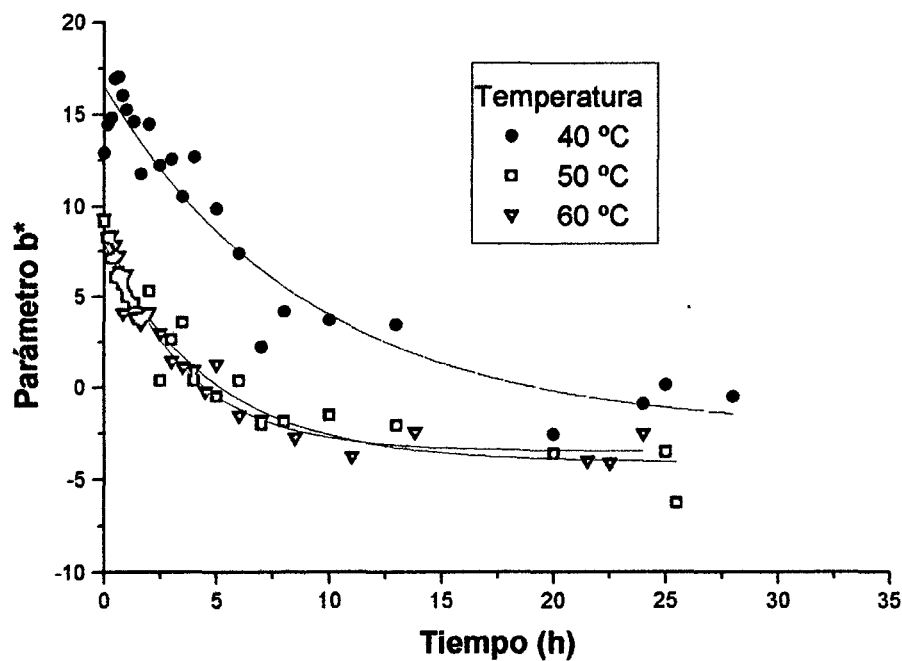
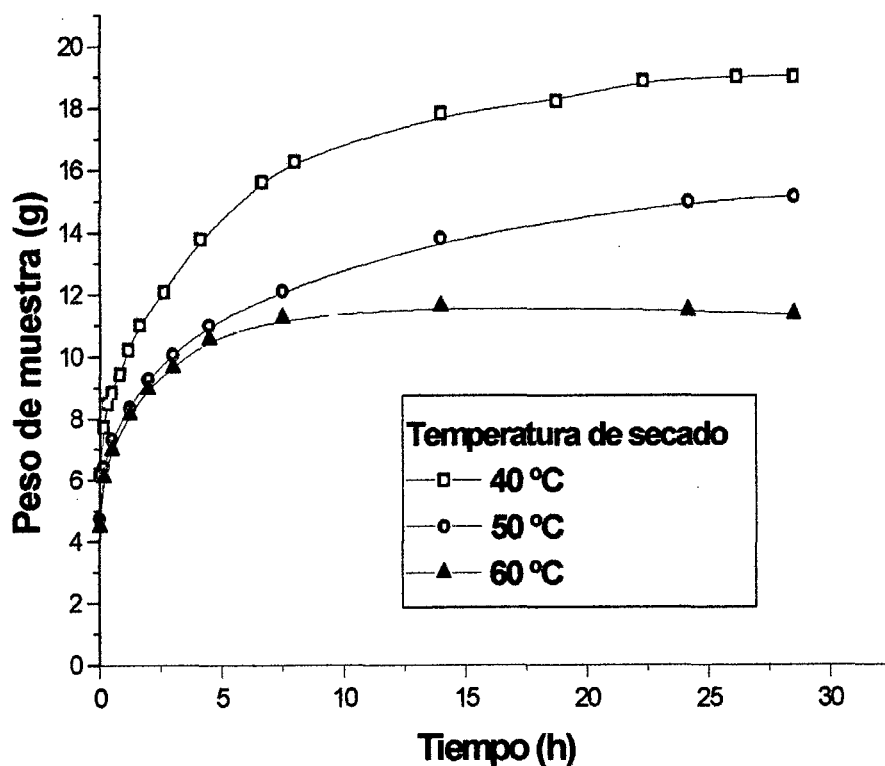


Figura 24: Parámetro de Saturación de la pulpa de caracol

#### 4.10. REHIDRATACIÓN

En la Figura 25, se muestran las curvas de rehidratación de la pulpa del caracol gigante a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C. Los valores fueron obtenidos pesando la pulpa del caracol a intervalos de tiempo establecidos, siendo la proporción de agua destilada:pulpa deshidratada de 1:20. En la figura mencionada puede verse que para tiempos iguales, el que tiene mayor capacidad de rehidratación es la pulpa de caracol que fue secada a temperatura de 40°C. Este comportamiento puede deberse a que las proteínas mantienen mejor su capacidad de retención de agua cuando son secadas a la temperatura más baja (Mujaffar y Sankat, 2005).



**Figura 25:** Capacidad de rehidratación de la pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) a una velocidad de aire de 1,2 m/s y a una temperatura de 40 °C, 50 °C y 60 °C.



#### 4.11. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados de análisis microbiológico se presenta en el Cuadro 12, puede verse que la muestra analizada de pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*) deshidratada se encuentra dentro de los parámetros establecidos, según la Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano".

**Cuadro 12:** Análisis Microbiológico de la pulpa del caracol deshidratado.

AGENTES MICROBIANOS	ENCONTRADO	
	Ufc/ml.	NMP/ml.
Coliformes		4
Anaerobios sulfito reductores		A
Salmonella en 25 g.	A	

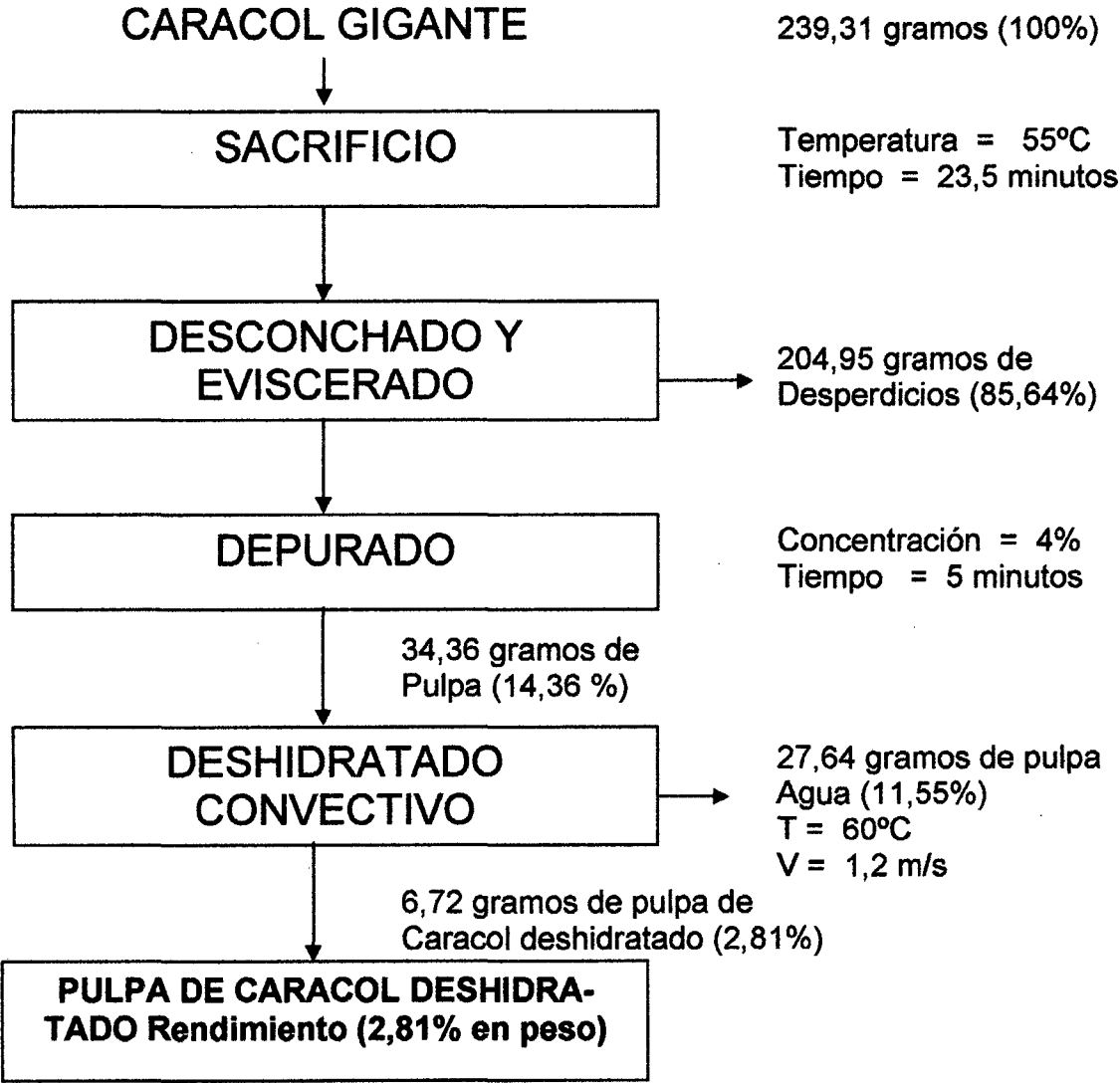
Método : Recuento em placa.  
 NMP : Número más probable.  
 A : Ausencia

**Cuadro 13:** Parámetros según R.M. N° 615-2003-SA/DM.

AGENTES MICROBIANOS	CATEGORIA	CLASES	n	c	Límite por g/ml.	
					m	M
Coliformes.	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Anaeróbios sulfito reductores.	6	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Salmonella en 25g	10	2	5	0	0	0

**4.12. BALANCE DE MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE PULPA DE CARACOL GIGANTE (*Megalobulimus maximus*) DESHIDRATADA**

En la Figura 26 se presenta el diagrama de flujo definitivo, incluyendo el balance de materia, para procesamiento de caracol gigante deshidratado. Podría considerarse que el rendimiento es bajo (inferior al 3%), lo cual se puede atribuir a las pérdidas ocurridas durante el desconchado, eviscerado y depurado, ya que el rendimiento obtenido en la etapa de deshidratación es comparable al reportado para otros materiales deshidratados como las vísceras de caracol (Barboza y Romanelli, 2004).



**Figura 26:** Diagrama definitivo de operaciones de deshidratado de pulpa de caracol gigante (*Megalobulimus maximus*).

## **4.13. ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE CARACOL DESHIDRATADO**

### **4.13.1. Análisis de varianza**

Para determinar el mejor tratamiento de deshidratación de la pulpa del caracol gigante, se realizó un análisis sensorial utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con la participación de 10 panelistas consumidores, quienes mediante una ficha de evaluación calificaron los atributos de Olor, Color, Textura y Apariencia general. En este análisis los panelistas fueron considerados como bloques y las temperaturas de secado constituyeron los tratamientos. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro 14.

Realizando el análisis de varianza para los tratamientos de secado, podemos observar que para los atributos de Olor y Apariencia general, no existe diferencia significativa, mientras que para los atributos de Color y Textura, existe diferencia significativa en los tratamientos de secado de la pulpa de caracol.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial con jueces no entrenados, pero consumidores se muestran en el Cuadro 15, para los cuatro atributos sensoriales estudiados.

Se puede observar que para el atributo Olor, el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 60°C y el peor tratamiento fue de 50°C.

Para el atributo Color, el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 40°C y el peor tratamiento fue de 60°C.

Para el atributo Textura, el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 50°C y el peor tratamiento fue de 40°C.

Para el atributo Apariencia general, el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 60°C y el peor tratamiento fue de 50°C.

**Cuadro 14: ANVA para las características de Olor, Color, Textura y Apariencia general de la pulpa de caracol gigante deshidratado.**

<b>OLOR</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>F = 0.05</b>	<b>Nivel de significancia</b>
Panelistas	9	4,28	0,48	0,49	2,024	N.S.
Tratamientos	8	7,09				
Temperatura	2	0,42	0,21	0,22	3,134	N.S.
Velocidad	2	4,36	2,18	2,25	3,134	N.S.
Temp. x Veloc.	4	2,31	0,58	0,60	2,514	N.S.
Error experim.	72	70,02	0,97			
TOTAL	89					
<b>COLOR</b>						
Panelistas	9	2,28	0,25	0,35	2,024	N.S.
Tratamientos	8	13,56				
Temperatura	2	0,16	0,08	0,11	3,134	N.S.
Velocidad	2	13,09	6,55	9,22	3,134	**
Temp. x Veloc.	4	0,31	0,08	0,11	2,514	N.S.
Error experim.	72	50,84	0,71			
TOTAL	89					
<b>TEXTURA</b>						
Panelistas	9	5,88	0,65	0,76	2,024	N.S.
Tratamientos	8	10,99				
Temperatura	2	0,0	0,0	0,0	3,134	N.S.
Velocidad	2	6,46	3,23	3,8	3,134	*
Temp. x Veloc.	4	4,52	1,13	1,33	2,514	N.S.
Error experim.	72	6,23	0,85			
TOTAL	89					
<b>APARIENCIA GENERAL</b>						
Panelistas	9	28,95	3,22	4,08	2,024	**
Tratamientos	8	1,49				
Temperatura	2	0,09	0,045	0,06	3,134	N.S.
Velocidad	2	0,96	0,48	0,61	3,134	N.S.
Temp. x Veloc.	4	0,45	0,11	0,14	2,514	N.S.
Error experim.	72	56,95	0,79			
TOTAL	89					

**Cuadro 15:** Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial de los atributos Olor, Color, Textura y Apariencia general.

Características	Temp. °C	Veloc. m/s	Tratamiento	Promedio	Significancia
<b>OLOR</b>	60	1,2	F	1,0	a
	60	1,2	I	0,9	a
	60	1,2	C	0,8	a
	40	1,2	A	0,7	a
	50	1,2	B	0,6	a
	40	1,2	D	0,6	a
	50	1,2	H	0,5	a
	40	1,2	G	0,4	a
	50	1,2	E	0,0	a
<b>COLOR</b>	40	1,2	A	1,2	a
	40	1,2	D	1,2	a
	40	1,2	G	1,2	a
	50	1,2	E	0,8	a
	50	1,2	H	0,7	a
	50	1,2	B	0,6	a
	60	1,2	I	0,4	a
	60	1,2	C	0,2	a
	60	1,2	F	0,2	a
<b>TEXTURA</b>	50	1,2	E	0,9	a
	50	1,2	B	0,8	a
	50	1,2	H	0,7	a
	60	1,2	I	0,6	a
	40	1,2	A	0,3	a
	60	1,2	C	0,2	a
	40	1,2	D	0,2	a
	60	1,2	F	0,2	a
	40	1,2	G	0,0	a
<b>APARIENCIA GENERAL</b>	60	1,2	C	0,6	a
	60	1,2	F	0,5	a
	60	1,2	I	0,5	a
	40	1,2	D	0,4	a
	40	1,2	G	0,4	a
	50	1,2	H	0,4	a
	50	1,2	B	0,3	a
	40	1,2	A	0,2	a
	50	1,2	E	0,2	a

#### **4.14. ANALISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE CARACOL REHIDRATADO**

##### **4.14.1. Análisis de varianza**

Para determinar el mejor tratamiento de rehidratación de la pulpa del caracol gigante, se realizó un análisis sensorial utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con la participación de 10 panelistas consumidores, quienes mediante una ficha de evaluación calificaron según los atributos de Olor, Color, Textura y Apariencia general. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro 17.

Realizando el análisis de varianza para los tratamientos de secado, podemos observar que para los atributos de Olor, Color, Textura y Apariencia general, no existe diferencia significativa en los tratamientos de secado de la pulpa de caracol.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial con jueces no entrenados, pero consumidores se muestran en el cuadro 18, para los cuatro atributos sensoriales estudiados.

Se puede observar que para el atributo Olor, el tratamiento de mayor aceptabilidad ha sido el de 60°C y el peor tratamiento fue de 40°C.

Para el atributo Color, el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 50°C y el peor tratamiento fue de 60°C.

Para el atributo Textura, el tratamiento de mayor aceptabilidad ha sido el de 60 °C y los peores tratamientos han sido los de 40°C y 50°C.

Para el atributo Apariencia general, el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 50°C y el peor tratamiento fue de 60°C.

**Cuadro 16:** ANVA para las características de Olor, Color, Textura y Apariencia general de la pulpa de caracol gigante rehidratado.

<b>OLOR</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>F = 0.05</b>	<b>Nivel de significancia</b>
Panelistas	9	26,90	2,99	3,74	2,024	*
Tratamientos	8	6,62				
Temperatura	2	0,42	0,21	0,26	3,134	N.S.
Velocidad	2	3,82	1,91	2,39	3,134	N.S.
Temp. x Veloc.	4	2,38	0,60	0,75	2,514	N.S.
Error experim.	72	57,6	0,8			
TOTAL	89					
<b>COLOR</b>						
Panelistas	9	14,67	1,63	3,02	2,024	*
Tratamientos	8	3,03				
Temperatura	2	1,36	0,68	1,26	3,134	N.S.
Velocidad	2	0,30	0,15	0,28	3,134	N.S.
Temp. x Veloc.	4	1,37	0,34	0,63	2,514	N.S.
Error experim.	72	38,53	0,54			
TOTAL	89					
<b>TEXTURA</b>						
Panelistas	9	8,27	0,92	1,28	2,024	N.S.
Tratamientos	8	3,83				
Temperatura	2	1,43	0,72	1,00	3,134	N.S.
Velocidad	2	1,16	0,58	0,81	3,134	N.S.
Temp. x Veloc.	4	1,24	0,31	0,44	2,514	N.S.
Error experim.	72	51,73	0,72			
TOTAL	89					
<b>APARIENCIA GENERAL</b>						
Panelistas	9	12,72	1,41	2,47	2,024	*
Tratamientos	8	6,4				
Temperatura	2	0,87	0,44	0,77	3,134	N.S.
Velocidad	2	0,87	0,44	0,77	3,134	N.S.
Temp. x Veloc.	4	4,66	1,17	2,05	2,514	N.S.
Error experim.	72	41,38	0,57			
TOTAL	89					

**Cuadro 17:** Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial de los atributos Olor, Color, Textura y Apariencia general.

Características	Temp. °C	Veloc. m/s	Tratamiento	Promedio	Significancia
OLOR	60	1,2	F	0,8	a
	60	1,2	I	0,3	a
	60	1,2	C	0,2	a
	40	1,2	A	0,1	a
	50	1,2	B	0,1	a
	50	1,2	E	0,1	a
	40	1,2	G	0,0	a
	50	1,2	H	-0,1	a
	40	1,2	D	-0,2	a
COLOR	50	1,2	B	0,9	a
	60	1,2	C	0,7	a
	50	1,2	H	0,7	a
	40	1,2	D	0,6	a
	40	1,2	A	0,5	a
	40	1,2	G	0,5	a
	60	1,2	I	0,5	a
	50	1,2	E	0,3	a
	60	1,2	F	0,3	a
TEXTURA	60	1,2	F	0,4	a
	60	1,2	I	0,4	a
	50	1,2	E	0,1	a
	40	1,2	G	0,0	a
	50	1,2	H	0,0	a
	50	1,2	A	-0,1	a
	50	1,2	B	-0,1	a
	40	1,2	D	-0,1	a
	60	1,2	C	-0,2	a
APARIENCIA GENERAL	60	1,2	I	1,1	a
	50	1,2	B	0,7	a
	50	1,2	E	0,7	a
	40	1,2	D	0,4	a
	40	1,2	G	0,4	a
	50	1,2	H	0,4	a
	40	1,2	A	0,3	a
	60	1,2	F	0,3	a
	60	1,2	C	0,2	a



## V. CONCLUSIONES

- La composición proximal de la pulpa de caracol gigante deshidratado es la siguiente: Humedad (5,67 %), Proteínas (75,60 %), Grasas (11,90 %), Cenizas (3,56 %) y Carbohidratos (3,27 %).
- Las mejores condiciones de sacrificio se consiguieron colocando en el interior del equipo de baño maría, con agitación, agua potable y los caracoles a sacrificar en la relación 10:1 (peso de caracol : peso de agua), a temperatura inicial de 27°C y calentando hasta 55°C, en un tiempo promedio de muerte térmica de 23,5 minutos, ya que el caracol termina con el pie extendido, facilitando su extracción de la concha.
- La mejor eliminación del mucus o baba presente en la pulpa del caracol, se logró con inmersión en solución de ácido acético al 4%, una relación de 4:1 (solución de ácido acético : muestra), durante un tiempo de 5 minutos y a temperatura ambiente (27°C).
- El flujo definitivo de procesamiento de la pulpa de caracol gigante es de la siguiente manera:      Materia Prima - Selección y Clasificación - Purgado - Lavado - Sacrificio - Enfriado - Desconchado y Eviscerado - Lavado y Pesado - Depurado - Deshidratado Convectivo - Enfriado - Envasado.
- La temperatura del aire de secado utilizado influyó en la cinética de secado, sin embargo después de 10 horas de proceso, las humedades alcanzadas para 50°C y 60°C fueron similares.
- La difusividad del agua presente en la pulpa del caracol estuvo comprendida entre  $8,76 \times 10^{-12}$  para temperatura de 40 °C y  $2,03 \times 10^{-11}$  para 60 °C.

- Se determinó que para tiempos iguales de inmersión en agua, mayor capacidad de rehidratación presentó la pulpa de caracol secada a la menor temperatura (40°C) y a velocidad de aire constante.
- El rendimiento de la pulpa de caracol gigante deshidratado con respecto a la materia prima fue de 2,81%.

## VI. RECOMENDACIONES

- Aprovechar completamente la materia prima, así también como la baba de caracol que tiene un gran valor en la industria de los cosméticos.
- Buscar mercados a nivel nacional y del extranjero para comercializar la pulpa de caracol, a través de instituciones de comercio.
- Utilizar un empaque adecuado con la finalidad de prolongar la vida útil del producto y a la vez mejorar su presentación en el mercado.
- Incentivar la crianza del caracol gigante (*Megalobulimus maximus*), ya que es un producto de gran valor alimenticio y dado su alto valor en el mercado generaría un recurso de ingreso familiar.
- Utilizar los parámetros obtenidos para la realización de secado de la pulpa de caracol gigante, durante el proceso de mayor escala.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Alaguna, M.; Amador, R. (2008).** Estudio de mercado para la exportación de caracol "Helix aspersa" a España. Tesis Universidad de La Salle, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Bogotá, 101 p.
2. **A.O.A.C. (1990).** Official Methods of Analysis, Association of Official Agriculture Chemists, 11th edition – USA.
3. **Astete, A. (1983).** Estudio del procesamiento del caracol marino (*Thais chocolata* Duclós) deshidratado por aire caliente, Tesis Ingeniero Ind. Alimentarias, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria.
4. **Barboza, S. H. R.; Romanelli, P. F. (2004).** Estudo do aproveitamento das vísceras dos moluscos escargot (*Achatina fulica*) e aruá (*Pomacea lineata*) para incorporacao en racao animal. Alim. Nutr., v. 15, n. 3, p. 245-250.
5. **Barboza, S. H. R.; Romanelli, P. F. (2005).** Rendimento de carcaca e composicao centesimal do músculo dos moluscos escargot (*Achatina fulica*) e aruá (*Pomacea lineata*). Alim. Nutr., v. 16, n. 1, p. 77-82.
6. **Barboza, S. H. R.; Costa, D. P. S.; Romanelli, P. F. (2006).** Processamento e avaliacao sensorial da carne dos moluscos escargot (*Achatina fulica*) e aruá (*Pomacea lineata*). Alim. Nutr., v. 17, n. 4, p. 413-418.
7. **Box, G. E. P.; Draper, N. R. (1989).** Estadística para investigadores: Introducción al diseño de experimentos, Análisis de Datos y Construcción de Modelos, Barcelona-España.
8. **Brennan, J. G.; Butters, J. R.; Cowell, N. D. y Lilly, A. E. V. (1998).** "Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos", Tercera Edición – España.

9. **Campoverde, L. (1992).** Posibilidad de manejo del caracol terrestre *Megalobulimus maximus* como recurso proteínico en San Martín, Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae, Lima-Perú, 82 p.p.
10. **Centro de Helicultores Argentinos (2002).** [www.Cedeha.com.anatomia.htm](http://www.Cedeha.com.anatomia.htm).
11. **Cheftel, J.C. y Cheftel, H. (1992).** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Volumen I. Acribia, Zaragoza, España.
12. **Coto, D. (1970).** "Centro agronómico tropical de Investigación". Turrialba – Costa Rica.
13. **Fuente: Internacional escargot Inc.** "Técnicas de secado", 2da Edición, Lima-Perú.
14. **Fuente:** "<http://es.wikipedia.org/wiki/caracol>".
15. **García, Y. (2003),** Procesamiento de pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) mediante deshidratación por flujo de aire caliente, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto – Perú.
16. **Geankoplis, C. (1998),** "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias", Editorial Continental, s.a, 3era edición, México.
17. **Hayashi, C.; Soares, C. M.; Matsushita, M.; Galdioli, E. M.; Cocito, I. C. (2004).** Desempenho e características de carcaca de escargot francês (*Helix aspersa maxima*) alimentado com racoes contendo diferentes óleos vegetais. Ciência Rural, v. 34, n. 1, p. 231-237.
18. **Instituto Tecnológico de Zacatepec. (1998).** "Secado de Alimentos", [www.itzacatepec.edu.mx](http://www.itzacatepec.edu.mx).
19. **Kingsly, R. P.; Goyal, R. K.; Manikantan, M. R.; Ilyas, S. M. (2007).** Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. Int. J. Food Sci. Technol., 42, 65–69.

20. **Kiranoudis, C. T.; Maroulis Z. B.; Marinos-Kouris, D. (1995).** Heat and mass transfer model building in drying with multiresponse data, *Int. J. Heat Mass Transf.*, 38, 463-480.
21. **Laboratorio virtual sobre secado (2002).** "Consideraciones teóricas sobre secado". [http://www.sga.ulaval.ca/drying/secado.htm//Consideraciones%20 teóricas](http://www.sga.ulaval.ca/drying/secado.htm//Consideraciones%20teóricas).
22. **Leme, J. L. M. (1973).** "Anatomy and Sistematics of the Neotropical Strophocheilodea (Gastropoda, Pulmonata) with the Description of a New Family, *Arq. Zoologia*, v. 23, n. 5, p. 295-337.
23. **Maskan, A.; Kaya, S.; Maskan, M. (2002).** Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *J. Food Eng.*, 54, 81–88.
24. **Mendieta-Taboada, O; Tello-Panduro, B; Heredia-Baca, J, Cajo-Pinchi, M; Diaz Viteri, J.; Medina-Vivanco, M. (2008).** Rehidratación de filetes deshidratados de Tilapia (*Oreochromis sp.*), *Ciencia y Cultura Amazónica*, p. 71-74.
25. **Millinsk, M. C.; Padre, R. G.; Hayashi, C.; Soares, C. M.; Souza, N. E.; Matsushita, M. (2004).** Composicao química e perfil de ácidos graxos em escargot (*Helix aspersa maxima*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes proteicas. *Acta Scientiarum Animal Science*, v. 26, n. 4, p. 469-473.
- 26- **Ministerio de Salud (MINSA). (2008).** Tablas peruanas de composición de alimentos.
27. **Mujaffar, S.; Sankat, C. K. (2005).** The air drying behaviour of shark fillets. *Can. Biosys. Eng.*, 47:314-321.
28. **Navarro, E. (1991).** "Enlatado de Caracoles", Universidad Nacional de San Martín, San Martín-Perú.
29. **Niinivaara, F.; Antila, P. (1973)** Valor nutritivo de la carne, Editorial Acribia, pp. 46, Zaragoza – España.

30. **Pinto, L. A.; Tobinaga, S. (2006).** Diffusive model with shrinkage in the thin-layer drying of fish muscles. *Drying Technol.*, 24, 509-16.
31. **Pro Chile Madrid. (2006).** Perfil de Mercado caracoles de tierra – España, 18 p.
32. **Ramírez, R.; Cáceres, S. (1988).** Morfología y valor Alimenticio de *Megalobulimus capillaceus* (Pfeiffer, 1855) y *M. Maximus* (Sowerby, 1825) (Mollusca: Megalobulimidae). In: IX Congreso Nacional de Biología, Piura, Libro de Resumen, Colegio de Biólogos del Perú.
33. **Sablani, S. S.; Kasapis, S.; Rahman, M. S.; Al-Jabri, A.; Al-Habsi, N. (2004).** Sorption isotherms and the state diagram for evaluating stability criteria of abalone. *Food Research International*, v. 37, p. 915-924.
34. **Singh, R. P. (1997).** Introducción a la Ingeniería de Alimentos, Editorial Acribia. S.A., Zaragoza – España.
35. **Singh, S.; Raina, C. S.; Bawa, A. S.; Saxena, D. C. (2006).** Effect of Pretreatments on Drying and Rehydration Kinetics and Color of Sweet Potato Slices, *Drying Technology*, v. 24, p. 1487-1494.
36. **Tello-Panduro, B.; Garcia-Vásquez, Y.; Medina-Vivanco, M.; Mendieta-Taboada, O. (2004).** Air Drying of clams and tilapia fillet. *Proc. 14<sup>th</sup> Int. Drying Symp. IDS 2004*, vol C, 1977-1983.
37. **Tonón, R. V.; Baroni, A. F.; Hubinger, M. D. (2005).** Estudo da Desidratação Osmótica de Tomate em Soluções Ternárias pela Metodologia de Superfície de Resposta, *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 26, n. 3, p. 715-723.
38. **Ureña, M.; D'Arrigo, M.; Girón, O. (1999).** Evaluación sensorial de los alimentos: aplicación didáctica, 1ª Edición, Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú, pp. 11 – 12.
39. **Villee, C. A. (1970).** Zoología, México, Interamericana, 135 p.

**VIII. ANEXOS**



## ANEXO 1

### FICHA DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PULPA DE CARACOL GIGANTE DESHIDRATADAS POR FLUJO DE AIRE CALIENTE.

Panelista : .....

Hora : .....

Muestra : Pulpa deshidratada por flujo de aire caliente.

Fecha : .....

A continuación se le presenta nueve muestras de pulpa de caracol gigante deshidratadas por flujo de aire caliente, se le pide evaluar el Olor, Color, Textura y Apariencia general, de acuerdo a la siguiente escala, marcando con una "x" el calificativo que crea conveniente.

ESCALA	ATRIBUTOS																																							
	OLOR										COLOR										TEXTURA										APARIENCIA GENERAL									
	401	501	601	402	502	602	403	503	603	401	501	601	402	502	602	403	503	603	401	501	601	402	502	602	403	503	603	401	501	601	402	502	602	403	503	603				
Me gusta mucho.																																								
Me gusta poco.																																								
Ni me gusta, ni me disgusta.																																								
Me disgusta poco.																																								
Me disgusta mucho.																																								

Comentario : .....

## **ANEXO 2**

**CÁLCULOS DEL ANVA Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LOS  
ATRIBUTOS DE LA PULPA DE CARACOL DESHIDRATADO.**

ATRIBUTO SENSORIAL : OLOR

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	5
2	0	2	-1	1	0	1	-1	0	2	4
3	1	0	1	2	1	2	0	1	1	9
4	0	0	1	1	0	1	2	0	1	6
5	2	-1	0	1	-2	1	1	1	1	4
6	-1	0	2	1	1	0	1	0	1	5
7	0	0	1	0	1	1	1	2	1	7
8	1	2	1	0	-1	1	0	1	0	5
9	1	1	2	-2	1	2	1	1	1	8
10	2	1	1	1	-1	0	-1	-2	1	2
TOTAL	7	6	8	6	0	10	4	5	9	55
PROMEDIO	0,7	0,6	0,8	0,6	0,0	1,0	0,4	0,5	0,9	

Càlculos :

$\Sigma Y^2$  =  $1^2 + 1^2 + ..... + 1^2$  = 115

Factor de Correccìon =  $(55)^2/(10 \times 9)$  = 33,61

$\Sigma \text{Bloques}(\text{panelistas})$  =  $((5^2 + 4^2 + ..... + 2^2)/9) - 33,61$  = 4,28

$\Sigma \text{Tratamientos}$  =  $((7^2 + 6^2 + ..... + 9^2)/10) - 33,61$  = 7,09

Eyy =  $115 - 33,61 - 4,28 - 7,09$  = 70,02

	<b>a<sub>0</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>TOTAL</b>
<b>b<sub>0</sub></b>	7	6	4	17
<b>b<sub>1</sub></b>	6	0	5	11
<b>b<sub>2</sub></b>	8	10	9	27
<b>TOTAL</b>	21	16	18	55

Ayy = ((21<sup>2</sup> + 16<sup>2</sup> + 18<sup>2</sup>)/30) – 33,61 = 0,42

Byy = ((17<sup>2</sup> + 11<sup>2</sup> + 27<sup>2</sup>)/30) – 33,61 = 4,36

(AB)yy = 7,09 – 0,42 – 4,36 = 2,31

Cuadro 18: ANVA para atributo de Olor de pulpa de caracol deshidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	4,28	0,48	0,49	2,023	N.S.
Tratamientos	8	7,09				
Temperatura(A)	2	0,42	0,21	0,22	1,344	N.S.
Velocidad (B)	2	4,36	2,18	2,25	3,134	N.S.
( A x B )	4	2,31	0,58	0,60	2,514	N.S.
Error experimental	72	70,02	0,97			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,97/10}$  = 0,31

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,31 x 4,424 = 1,37

**Promedios de tratamientos para Olor:**

F = 1,0	I = 0,9	C = 0,8	A = 0,7	B = 0,6	D = 0,6	H = 0,5	G = 0,4	E = 0,0
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

**PRUEBA DE TUCKEY (5 %) PARA OLOR**

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
F & I	0,1	1,37	N.S.
F & C	0,2	1,37	N.S.
F & A	0,3	1,37	N.S.
F & B	0,4	1,37	N.S.
F & D	0,4	1,37	N.S.
F & H	0,5	1,37	N.S.
F & G	0,6	1,37	N.S.
F & E	1,0	1,37	N.S.
I & C	0,1	1,37	N.S.
I & A	0,2	1,37	N.S.
I & B	0,3	1,37	N.S.
I & D	0,3	1,37	N.S.
I & H	0,4	1,37	N.S.
I & G	0,5	1,37	N.S.
I & E	0,9	1,37	N.S.
C & A	0,1	1,37	N.S.
C & B	0,2	1,37	N.S.
C & D	0,2	1,37	N.S.
C & H	0,3	1,37	N.S.
C & G	0,4	1,37	N.S.
C & E	0,8	1,37	N.S.
A & B	0,1	1,37	N.S.
A & D	0,1	1,37	N.S.
A & H	0,2	1,37	N.S.
A & G	0,3	1,37	N.S.
A & E	0,7	1,37	N.S.
B & D	0,0	1,37	N.S.
B & H	0,1	1,37	N.S.
B & G	0,2	1,37	N.S.
B & E	0,6	1,37	N.S.
D & H	0,1	1,37	N.S.
D & G	0,2	1,37	N.S.
D & E	0,6	1,37	N.S.
H & G	0,1	1,37	N.S.
H & E	0,5	1,37	N.S.
G & E	0,4	1,37	N.S.

ATRIBUTO SENSORIAL : COLOR

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	2	1	0	1	1	0	1	2	-2	6
2	2	-1	2	1	1	2	1	1	1	10
3	1	0	1	2	1	-2	1	0	1	5
4	1	2	-2	1	2	1	1	-1	1	6
5	2	1	0	1	-1	2	0	1	2	8
6	1	-1	1	2	0	1	2	0	1	7
7	1	1	0	1	1	-2	1	2	1	6
8	0	2	1	0	1	1	2	1	-2	6
9	1	0	1	2	1	-1	1	0	1	6
10	1	1	-2	1	1	0	2	1	0	5
TOTAL	12	6	2	12	8	2	12	7	4	65
PROMEDIO	1,2	0,6	0,2	1,2	0,8	0,2	1,2	0,7	0,4	

Càlculos:

$\Sigma Y^2 = 2^2 + 1^2 + ..... + 0^2 = 147$

Factor de Correccìon =  $(65)^2 / (10 \times 9) = 46,94$

$\Sigma \text{Bloques}(\text{panelistas}) = ((6^2 + 10^2 ..... + 5^2 / 9) - 46,94 = 2,28$

$\Sigma \text{Tratamientos} = ((12^2 + 6^2 + ..... 4^2 / 10) - 46,94 = 13,56$

$E_{yy} = 147 - 46,94 - 2,28 - 13,56 = 84,22$

	<b>a<sub>0</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>TOTAL</b>
<b>b<sub>0</sub></b>	12	12	12	36
<b>b<sub>1</sub></b>	6	8	7	21
<b>b<sub>2</sub></b>	2	2	4	8
<b>TOTAL</b>	20	22	23	65

Ayy = ((20<sup>2</sup> + 22<sup>2</sup> + 23<sup>2</sup>)/30) – 46,94 = 0,16

Byy = ((36<sup>2</sup> + 21<sup>2</sup> + 8<sup>2</sup>)/30) – 46,94 = 13,09

(AB)yy = 13,56 – 0,16 – 13,09 = 0,31

Cuadro 19: ANVA para atributo de Color de pulpa de caracol deshidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	2,28	0,25	0,35	2,023.	N.S.
Tratamientos	8	13,56				
Temperatura(A)	2	0,16	0,08	0,11	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	13,09	6,55	9,22	3,134	**
( A x B )	4	0,31	0,08	0,11	2,514	N.S.
Error experimental	72	50,84	0,71			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,71/10}$  = 0,27

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,27 x 4,424 = 1,19

**Promedios de tratamientos para Color:**

A = 1,2	D = 1,2	G = 1,2	E = 0,8	H = 0,7	B = 0,6	I = 0,4	C = 0,2	F = 0,2
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

**PRUEBA DE TUCKEY (5 %) PARA COLOR**

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
A & D	0,0	1,19	N.S.
A & G	0,0	1,19	N.S.
A & E	0,4	1,19	N.S.
A & H	0,5	1,19	N.S.
A & B	0,6	1,19	N.S.
A & I	0,8	1,19	N.S.
A & C	1,0	1,19	N.S.
A & F	1,0	1,19	N.S.
D & G	0,0	1,19	N.S.
D & E	0,4	1,19	N.S.
D & H	0,5	1,19	N.S.
D & B	0,6	1,19	N.S.
D & I	0,8	1,19	N.S.
D & C	1,0	1,19	N.S.
D & F	1,0	1,19	N.S.
G & E	0,4	1,19	N.S.
G & H	0,5	1,19	N.S.
G & B	0,6	1,19	N.S.
G & I	0,8	1,19	N.S.
G & C	1,0	1,19	N.S.
G & F	1,0	1,19	N.S.
E & H	0,1	1,19	N.S.
E & B	0,2	1,19	N.S.
E & I	0,4	1,19	N.S.
E & C	0,6	1,19	N.S.
E & F	0,6	1,19	N.S.
H & B	0,1	1,19	N.S.
H & I	0,3	1,19	N.S.
H & C	0,5	1,19	N.S.
H & F	0,5	1,19	N.S.
B & I	0,2	1,19	N.S.
B & C	0,4	1,19	N.S.
B & F	0,4	1,19	N.S.
I & C	0,2	1,19	N.S.
I & F	0,2	1,19	N.S.
C & F	0,0	1,19	N.S.



ATRIBUTO SENSORIAL : TEXTURA

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	2	1	0	1	1	-1	0	1	1	6
2	-1	1	2	0	1	1	1	0	1	6
3	0	1	1	0	1	0	1	2	1	7
4	1	0	-2	0	1	-1	0	1	1	1
5	2	1	0	1	0	1	1	0	0	6
6	1	2	-1	0	1	-1	-2	1	1	2
7	0	1	0	1	1	1	0	1	0	5
8	-1	1	1	-2	0	1	-1	1	1	1
9	1	1	1	0	1	0	-1	0	1	4
10	-2	-1	0	1	2	1	1	0	-1	1
TOTAL	3	8	2	2	9	2	0	7	6	39
PROMEDIO	0,3	0,8	0,2	0,2	0,9	0,2	0,0	0,7	0,6	

Càlculos :

$\sum Y^2 = 2^2 + 1^2 + ..... + (-1)^2 = 95$

Factor de Correccìon =  $(39)^2 / (10 \times 9) = 16,9$

$\sum \text{Bloques}(\text{panelistas}) = ((6^2 + 6^2 + ..... + 1^2) / 9) - 16,9 = 5,88$

$\sum \text{Tratamientos} = ((3^2 + 8^2 + ..... + 6^2) / 10) - 16,9 = 10,99$

Eyy =  $95 - 16,9 - 5,88 - 10,99 = 61,23$

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	TOTAL
b <sub>0</sub>	3	2	0	5
b <sub>1</sub>	8	9	7	24
b <sub>2</sub>	2	2	6	10
TOTAL	13	13	13	39

A<sub>yy</sub> = ((13<sup>2</sup> + 13<sup>2</sup> + 13<sup>2</sup>)/30) – 16,9 = 0,0

B<sub>yy</sub> = ((5<sup>2</sup> + 24<sup>2</sup> + 10<sup>2</sup>)/30) – 16,9 = 6,46

(AB)<sub>yy</sub> = 10,99 – 0,0 – 6,46 = 4,53

Cuadro 20: ANVA para atributo de Textura de pulpa de caracol deshidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	5,88	0,65	0,76	2,023	N.S.
Tratamientos	8	10,99				
Temperatura(A)	2	0,0	0,0	0,0	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	6,46	3,23	3,28	3,134	*
( A x B )	4	4,53	1,13	1,33	2,514	N.S.
Error experimental	72	61,23	0,85			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,85/10}$  = 0,29

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,29 x 4,424 = 1,28

Promedios de tratamientos para Textura:

E =0,9	B=0,8	H = 0,7	I = 0,6	A = 0,3	C = 0,2	D = 0,2	F = 0,2	G = 0,0
--------	-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

**PRUEBA DE TUCKEY (5 % ) PARA TEXTURA**

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
E & B	0,1	1,28	N.S.
E & H	0,2	1,28	N.S.
E & I	0,3	1,28	N.S.
E & A	0,6	1,28	N.S.
E & C	0,7	1,28	N.S.
E & D	0,7	1,28	N.S.
E & F	0,7	1,28	N.S.
E & G	0,9	1,28	N.S.
B & H	0,1	1,28	N.S.
B & I	0,2	1,28	N.S.
B & A	0,5	1,28	N.S.
B & C	0,6	1,28	N.S.
B & D	0,6	1,28	N.S.
B & F	0,6	1,28	N.S.
B & G	0,8	1,28	N.S.
H & I	0,1	1,28	N.S.
H & A	0,4	1,28	N.S.
H & C	0,5	1,28	N.S.
H & D	0,5	1,28	N.S.
H & F	0,5	1,28	N.S.
H & G	0,7	1,28	N.S.
I & A	0,3	1,28	N.S.
I & C	0,4	1,28	N.S.
I & D	0,4	1,28	N.S.
I & F	0,4	1,28	N.S.
I & G	0,6	1,28	N.S.
A & C	0,1	1,28	N.S.
A & D	0,1	1,28	N.S.
A & F	0,1	1,28	N.S.
A & G	0,3	1,28	N.S.
C & D	0,0	1,28	N.S.
C & F	0,0	1,28	N.S.
C & G	0,2	1,28	N.S.
D & F	0,0	1,28	N.S.
D & G	0,2	1,28	N.S.
F & G	0,2	1,28	N.S.

**ATRIBUTO SENSORIAL : APARIENCIA GENERAL**

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	1	0	1	1	-1	1	0	1	1	5
2	1	-1	1	0	0	1	0	0	1	3
3	2	1	1	1	1	1	2	0	0	9
4	-2	-1	0	-1	0	-1	0	1	1	-3
5	0	1	2	1	1	1	0	0	1	7
6	-1	0	-1	0	-1	-1	0	1	-1	-4
7	2	1	0	1	1	2	0	1	1	9
8	0	1	1	0	0	0	1	-1	0	2
9	1	0	2	1	0	2	1	2	1	10
10	-2	1	-1	0	1	-1	0	-1	0	-3
TOTAL	2	3	6	4	2	5	4	4	5	35
PROMEDIO	0,2	0,3	0,6	0,4	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	

Calculando :

$$\sum Y^2 = 1^2 + 0^2 + ..... + 0^2 = 91$$

$$\text{Factor de Correcciòn} = (35)^2 / (10 \times 9) = 13,61$$

$$\sum \text{Bloques(panelistas)} = ((5^2 + 3^2 + ..... + (-3)^2) / 9) - 13,61 = 28,95$$

$$\sum \text{Tratamientos} = ((2^2 + 3^2 + ..... + 5^2) / 10) - 13,61 = 1,49$$

$$E_{yy} = 91 - 13,61 - 28,95 - 1,49 = 56,95$$

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	TOTAL
b <sub>0</sub>	2	4	4	10
b <sub>1</sub>	3	2	4	9
b <sub>2</sub>	6	5	5	16
TOTAL	11	11	13	35

Ayy = ((11<sup>2</sup> + 11<sup>2</sup> + 13<sup>2</sup>)/30) – 13,61 = 0,09

Byy = ((10<sup>2</sup> + 9<sup>2</sup> + 16<sup>2</sup>)/30) – 13,61 = 0,95

(AB)yy = 1,49 – 0,09 – 0,95 = 0,45

Cuadro 21: ANVA para Apariencia general de pulpa de caracol deshidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	28,95	3,22	4,08	2,024	**
Tratamientos	8	1,49				
Temperatura(A)	2	0,09	0,045	0,06	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	0,96	0,48	0,61	3,134	N.S.
( A x B )	4	0,45	0,11	0,14	2,514	N.S.
Error experimental	72	56,95	0,79			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,79/10}$  = 0,28

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,28 x 4,424 = 1,24

Promedios de tratamientos para Apariencia general:

C = 0,6	F = 0,5	I = 0,5	D = 0,4	G = 0,4	H = 0,4	B = 0,3	A = 0,2	E = 0,2
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

PRUEBA DE TUCKEY (5 %) PARA APARIENCIA GENERAL

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
C & F	0,1	1,24	N.S.
C & I	0,1	1,24	N.S.
C & D	0,2	1,24	N.S.
C & G	0,2	1,24	N.S.
C & H	0,2	1,24	N.S.
C & B	0,3	1,24	N.S.
C & A	0,4	1,24	N.S.
C & E	0,4	1,24	N.S.
F & I	0,0	1,24	N.S.
F & D	0,1	1,24	N.S.
F & G	0,1	1,24	N.S.
F & H	0,1	1,24	N.S.
F & B	0,2	1,24	N.S.
F & A	0,3	1,24	N.S.
F & E	0,3	1,24	N.S.
I & D	0,1	1,24	N.S.
I & G	0,1	1,24	N.S.
I & H	0,1	1,24	N.S.
I & B	0,2	1,24	N.S.
I & A	0,3	1,24	N.S.
I & E	0,3	1,24	N.S.
D & G	0,0	1,24	N.S.
D & H	0,0	1,24	N.S.
D & B	0,1	1,24	N.S.
D & A	0,2	1,24	N.S.
D & E	0,2	1,24	N.S.
G & H	0,0	1,24	N.S.
G & B	0,1	1,24	N.S.
G & A	0,2	1,24	N.S.
G & E	0,2	1,24	N.S.
H & B	0,1	1,24	N.S.
H & A	0,2	1,24	N.S.
H & E	0,2	1,24	N.S.
B & A	0,1	1,24	N.S.
B & E	0,1	1,24	N.S.
A & E	0,0	1,24	N.S.

### ANEXO 3

#### FICHA DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PULPA DE CARACOL GIGANTE REHIDRATADAS.

Panelista : .....

Hora : .....

Muestra : Pulpa rehidratadas .

Fecha : .....

A continuación se le presenta nueve muestras de pulpa de caracol gigante rehidratadas, se le pide evaluar el Olor, Color, Textura y Apariencia general, de acuerdo a la siguiente escala, marcando con una "x" el calificativo que crea conveniente.

ESCALA	ATRIBUTOS																																				
	OLOR									COLOR									TEXTURA									APARIENCIA GENERAL									
	401	501	601	402	502	602	403	503	603	401	501	601	402	502	602	403	503	603	401	501	601	402	502	602	403	503	603	401	501	601	402	502	602	403	503	603	
Me gusta mucho.																																					
Me gusta poco.																																					
Ni me gusta, ni me disgusta.																																					
Me disgusta poco.																																					
Me disgusta mucho.																																					

Comentario : .....

## **ANEXO 4**

**CÁLCULOS DEL ANVA Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LOS  
ATRIBUTOS DE LA PULPA DE CARACOL REHIDRATADO.**



ATRIBUTO SENSORIAL : OLOR

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	0	1	1	-1	0	1	1	0	1	4
2	-1	1	0	-2	-1	-1	0	-1	-1	-6
3	1	-1	0	-1	1	2	0	1	-1	2
4	-2	-1	0	0	-1	1	1	-1	-1	-4
5	1	0	1	1	-1	1	0	1	1	5
6	1	0	1	1	1	2	-1	1	2	8
7	1	1	0	-1	0	1	0	-1	1	2
8	-1	-1	-1	0	0	1	-2	-2	-1	-7
9	0	1	2	0	1	0	0	1	1	6
10	1	0	-2	1	1	0	1	0	1	3
TOTAL	1	1	2	-2	1	8	0	-1	3	13
PROMEDIO	0,1	0,1	0,2	-0,2	0,1	0,8	0,0	-0,1	0,3	

Calculando :

$\Sigma Y^2 = 0^2 + 1^2 + ..... + 1^2 = 93$

Factor de Corrección =  $(13^2) / (10 \times 9) = 1,88$

$\Sigma \text{Bloques (panelistas)} = ((4^2 + (-6)^2 + ..... + 3^2) / 9) - 1,88 = 26,90$

$\Sigma \text{Tratamientos} = ((1^2 + 1^2 + ..... + 3^2) / 10) - 1,88 = 6,62$

Eyy =  $93 - 1,88 - 26,90 - 6,62 = 57,6$

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	TOTAL
b <sub>0</sub>	1	-2	0	-1
b <sub>1</sub>	1	1	-1	1
b <sub>2</sub>	2	8	3	13
TOTAL	4	7	2	13

A<sub>yy</sub> = ((4<sup>2</sup> + 7<sup>2</sup> + 2<sup>2</sup>)/30) – 1,88 = 0,42

B<sub>yy</sub> = (( (-1)<sup>2</sup> + 1<sup>2</sup> + 13<sup>2</sup>)/30) – 1,88 = 3,82

(AB)<sub>yy</sub> = 6,62 – 0,42 – 3,82 = 2,38

Cuadro 22: ANVA para atributo de Olor de pulpa de caracol rehidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	26,90	2,99	3,74	2,024	*
Tratamientos	8	6,62				
Temperatura(A)	2	0,42	0,21	0,26	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	3,82	1,91	2,39	3,134	N.S.
( A x B )	4	2,38	0,60	0,75	2,514	N.S.
Error experimental	72	57,6	0,8			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,8/10}$  = 0,28

Qa(0,05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,28 x 4,424 = 1,24

Promedios de tratamientos para Olor:

F = 0,8	I = 0,3	C = 0,2	A = 0,1	B = 0,1	E = 0,1	G = 0,0	H = -0,1	D = -0,2
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------

PRUEBA DE TUCKEY (5 %) PARA OLOR

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
F & I	0,5	1,24	N.S.
F & C	0,6	1,24	N.S.
F & A	0,7	1,24	N.S.
F & B	0,7	1,24	N.S.
F & E	0,7	1,24	N.S.
F & G	0,8	1,24	N.S.
F & H	0,9	1,24	N.S.
F & D	1,0	1,24	N.S.
I & C	0,1	1,24	N.S.
I & A	0,2	1,24	N.S.
I & B	0,2	1,24	N.S.
I & E	0,2	1,24	N.S.
I & G	0,3	1,24	N.S.
I & H	0,4	1,24	N.S.
I & D	0,5	1,24	N.S.
C & A	0,1	1,24	N.S.
C & B	0,1	1,24	N.S.
C & E	0,1	1,24	N.S.
C & G	0,2	1,24	N.S.
C & H	0,3	1,24	N.S.
C & D	0,4	1,24	N.S.
A & B	0,0	1,24	N.S.
A & E	0,0	1,24	N.S.
A & G	0,1	1,24	N.S.
A & H	0,2	1,24	N.S.
A & D	0,3	1,24	N.S.
B & E	0,0	1,24	N.S.
B & G	0,1	1,24	N.S.
B & H	0,2	1,24	N.S.
B & D	0,3	1,24	N.S.
E & G	0,1	1,24	N.S.
E & H	0,2	1,24	N.S.
E & D	0,3	1,24	N.S.
G & H	0,1	1,24	N.S.
G & D	0,2	1,24	N.S.
H & D	0,1	1,24	N.S.

ATRIBUTO SENSORIAL : COLOR

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7
2	-1	0	1	1	-1	1	1	0	0	2
3	1	1	2	0	1	1	1	0	1	8
4	1	2	0	0	-1	0	0	0	0	2
5	-1	1	0	1	0	-1	1	1	1	3
6	0	0	1	1	0	-1	-1	1	0	1
7	1	0	1	1	1	2	0	1	0	7
8	1	2	1	1	0	1	1	1	1	9
9	0	1	-1	1	1	-1	0	0	-1	0
10	2	1	1	0	1	1	1	2	2	11
TOTAL	5	9	7	6	3	3	5	7	5	50
PROMEDIO	0,5	0,9	0,7	0,6	0,3	0,3	0,5	0,7	0,5	

Calculando :

$\Sigma Y^2$  =  $1^2 + 1^2 + ..... + 2^2$  = 84

Factor de Correcciòn =  $(50)^2 / (10 \times 9)$  = 27,77

$\Sigma \text{Bloques}(\text{panelistas})$  =  $((7^2 + 2^2 + ..... + 11^2) / 9) - 27,77$  = 14,67

$\Sigma \text{Tratamientos}$  =  $((5^2 + 9^2 + + ..... + 5^2) / 10) - 27,77$  = 3,03

Eyy =  $84 - 27,77 - 14,67 - 3,03$  = 38,53

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	TOTAL
b <sub>0</sub>	5	6	5	16
b <sub>1</sub>	9	3	7	19
b <sub>2</sub>	7	3	5	15
TOTAL	21	12	17	50

A<sub>yy</sub> = ((21<sup>2</sup> + 12<sup>2</sup> + 17<sup>2</sup>)/30) – 27,77 = 1,36

B<sub>yy</sub> = ((16<sup>2</sup> + 19<sup>2</sup> + 15<sup>2</sup>)/30) – 27,77 = 0,30

(AB)<sub>yy</sub> = 3,03 – 1,36 – 0,30 = 1,37

Cuadro 23: ANVA para atributo de Color de pulpa de caracol rehidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	14,67	1,63	3,02	2,024	*
Tratamientos	8	3,03				
Temperatura(A)	2	1,36	0,68	1,26	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	0,30	0,15	0,28	3,134	N.S.
( A x B )	4	1,37	0,34	0,63	2,514	N.S.
Error experimental	72	38,53	0,54			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,54/10}$  = 0,23

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,23 x 4,424 = 1,02

Promedios de tratamientos para Color:

B = 0,9	C = 0,7	H = 0,7	D = 0,6	A = 0,5	G = 0,5	I = 0,5	E = 0,3	F = 0,3
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

PRUEBA DE TUCKEY (5 %) PARA COLOR

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
B & C	0,2	1,02	N.S.
B & H	0,2	1,02	N.S.
B & D	0,3	1,02	N.S.
B & A	0,4	1,02	N.S.
B & G	0,4	1,02	N.S.
B & I	0,4	1,02	N.S.
B & E	0,6	1,02	N.S.
B & F	0,6	1,02	N.S.
C & H	0,0	1,02	N.S.
C & D	0,1	1,02	N.S.
C & A	0,2	1,02	N.S.
C & G	0,2	1,02	N.S.
C & I	0,2	1,02	N.S.
C & E	0,4	1,02	N.S.
C & F	0,4	1,02	N.S.
H & D	0,1	1,02	N.S.
H & A	0,2	1,02	N.S.
H & G	0,2	1,02	N.S.
H & I	0,2	1,02	N.S.
H & E	0,4	1,02	N.S.
H & F	0,4	1,02	N.S.
D & A	0,1	1,02	N.S.
D & G	0,1	1,02	N.S.
D & I	0,1	1,02	N.S.
D & E	0,3	1,02	N.S.
D & F	0,3	1,02	N.S.
A & G	0,0	1,02	N.S.
A & I	0,0	1,02	N.S.
A & E	0,2	1,02	N.S.
A & F	0,2	1,02	N.S.
G & I	0,0	1,02	N.S.
G & E	0,2	1,02	N.S.
G & F	0,2	1,02	N.S.
I & E	0,2	1,02	N.S.
I & F	0,2	1,02	N.S.
E & F	0,0	1,02	N.S.

ATRIBUTO SENSORIAL : TEXTURA

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	-1	0	1	1	0	0	1	1	1	4
2	0	1	-2	1	1	-1	-1	0	0	-1
3	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3
4	-1	1	1	0	1	1	0	0	1	4
5	1	-1	0	0	1	0	1	0	1	3
6	-1	0	-2	-1	0	1	-1	-1	1	-4
7	1	0	0	-2	-1	0	0	1	-1	-2
8	-1	-2	0	0	-1	1	0	0	1	-2
9	1	0	0	-1	-1	1	0	-1	0	-1
10	0	0	0	1	0	1	-1	0	-1	0
TOTAL	-1	-1	-2	-1	1	4	0	0	4	4
PROMEDIO	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,4	

Calculando

$\Sigma Y^2 = (-1)^2 + 0^2 + ..... (-1)^2 = 64$

$\text{Factor de Correcci3n} = 4^2/(10 \times 9) = 0,17$

$\Sigma \text{Bloques(panelistas)} = ((4^2 + (-1)^2 + ..... + 0^2)/9) - 0,17 = 8,27$

$\Sigma \text{Tratamientos} = (((-1)^2 + ..... + 4^2)/10) - 0,17 = 3,83$

$E_{yy} = 64 - 0,17 - 8,27 - 3,83 = 51,73$

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	TOTAL
b <sub>0</sub>	-1	-1	0	-2
b <sub>1</sub>	-1	1	0	0
b <sub>2</sub>	-2	4	4	6
TOTAL	-4	4	4	4

Ayy = (((-4)<sup>2</sup> + 4<sup>2</sup> + 4<sup>2</sup>)/30) – 0,17 = 1,43

Byy = (((-2)<sup>2</sup> + 0<sup>2</sup> + 6<sup>2</sup>)/30) – 0,17 = 1,16

(AB)yy = 3,83 – 1,43 – 1,16 = 1,24

Cuadro 24: ANVA para atributo de Textura de pulpa de caracol rehidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	8,27	0,92	1,28	2,024	N.S.
Tratamientos	8	3,83				
Temperatura(A)	2	1,43	0,72	1,00	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	1,16	0,58	0,81	3,134	N.S.
( A x B )	4	1,24	0,31	0,44	2,514	N.S.
Error experimental	72	51,73	0,72			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,72/10}$  = 0,27

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,27 x 4,424 = 1,19



Promedios de tratamientos para Textura:

F = 0,4	I = 0,4	E = 0,1	G = 0,0	H = 0,0	A = 0,1	B = -0,1	D = -0,1	C = -0,2
---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------

**PRUEBA DE TUCKEY (5 %) PARA TEXTURA**

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
F & I	0,0	1,19	N.S.
F & E	0,3	1,19	N.S.
F & G	0,4	1,19	N.S.
F & H	0,4	1,19	N.S.
F & A	0,5	1,19	N.S.
F & B	0,5	1,19	N.S.
F & D	0,5	1,19	N.S.
F & C	0,6	1,19	N.S.
I & E	0,3	1,19	N.S.
I & G	0,4	1,19	N.S.
I & H	0,4	1,19	N.S.
I & A	0,5	1,19	N.S.
I & B	0,5	1,19	N.S.
I & D	0,5	1,19	N.S.
I & C	0,6	1,19	N.S.
E & G	0,1	1,19	N.S.
E & H	0,1	1,19	N.S.
E & A	0,2	1,19	N.S.
E & B	0,2	1,19	N.S.
E & D	0,2	1,19	N.S.
E & C	0,3	1,19	N.S.
G & H	0,0	1,19	N.S.
G & A	0,1	1,19	N.S.
G & B	0,1	1,19	N.S.
G & D	0,1	1,19	N.S.
G & C	0,2	1,19	N.S.
H & A	0,1	1,19	N.S.
H & B	0,1	1,19	N.S.
H & D	0,1	1,19	N.S.
H & C	0,2	1,19	N.S.
A & B	0,0	1,19	N.S.
A & D	0,0	1,19	N.S.
A & C	0,1	1,19	N.S.
B & D	0,0	1,19	N.S.
B & C	0,1	1,19	N.S.
D & C	0,1	1,19	N.S.

ATRIBUTO SENSORIAL : APARIENCIA GENERAL

PANELISTAS	VELOCIDAD DE AIRE = 1,2 m/s									TOTAL
	TEMPERATURA									
	40,1	50,1	60,1	40,2	50,2	60,2	40,3	50,3	60,3	
1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	5
2	0	1	1	-1	0	1	1	0	1	4
3	-1	1	0	1	1	1	1	2	1	7
4	1	1	-1	1	1	-1	0	-1	1	2
5	0	1	0	1	1	0	2	1	2	8
6	1	2	1	2	1	0	1	1	2	11
7	-1	1	0	1	0	1	-1	-1	1	1
8	0	-1	0	-1	1	0	-1	1	1	0
9	1	0	-1	0	1	-1	0	0	1	1
10	1	1	1	0	0	1	1	0	1	6
TOTAL	3	7	2	4	7	3	4	4	11	45
PROMEDIO	0,3	0,7	0,2	0,4	0,7	0,3	0,4	0,4	1,1	

Calculando :

$$\sum Y^2 = 1^2 + 0^2 + ..... + 1^2 = 83$$

$$\text{Factor de Correcci3n} = (45)^2 / (10 \times 9) = 22,5$$

$$\sum \text{Bloques(panelistas)} = ((5^2 + 4^2 + ..... 6^2) / 9) - 22,5 = 12,72$$

$$\sum \text{Tratamientos} = ((3^2 + 7^2 + ..... + 11^2) / 10) - 22,5 = 6,4$$

$$E_{yy} = 83 - 22,5 - 12,72 - 6,4 = 41,38$$

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	TOTAL
b <sub>0</sub>	3	4	4	11
b <sub>1</sub>	7	7	4	18
b <sub>2</sub>	2	3	11	16
TOTAL	12	14	19	45

Ayy = ((12<sup>2</sup> + 14<sup>2</sup> + 19<sup>2</sup>)/30) – 22,5 = 0,87

Byy = ((11<sup>2</sup> + 18<sup>2</sup> + 16<sup>2</sup>)/30) – 22,5 = 0,87

(AB)yy = 6,4 – 0,87 – 0,87 = 4,66

Cuadro 25: ANVA para Apariencia general de pulpa de caracol rehidratado.

FUENTE DE VARIACIÓN	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F = 0,05	Nivel de significancia
Panelistas	9	12,72	1,41	2,47	2,024	*
Tratamientos	8	6,4				
Temperatura(A)	2	0,87	0,44	0,77	3,134	N.S.
Velocidad (B)	2	0,87	0,44	0,77	3,134	N.S.
( A x B )	4	4,66	1,17	2,05	2,514	N.S.
Error experimental	72	41,38	0,57			
TOTAL	89					

Sp =  $\sqrt{0,57/10}$  = 0,24

Qa(0.05) = 4,424

W(A.E.S.) = 0,24 x 4,424 = 1,06

Promedios de tratamientos para Apariencia general:

I = 1,1	B = 0,7	E = 0,7	D = 0,4	G = 0,4	H = 0,4	A = 0,3	F = 0,3	C = 0,2
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

PRUEBA DE TUCKEY ( 5 % ) PARA APARIENCIA GENERAL

COMPARACIÓN	DIF. ABSOLUTA	A.E.S.	SIGNIFICANCIA
I & B	0,4	1,06	N.S.
I & E	0,4	1,06	N.S.
I & D	0,7	1,06	N.S.
I & G	0,7	1,06	N.S.
I & H	0,7	1,06	N.S.
I & A	0,8	1,06	N.S.
I & F	0,8	1,06	N.S.
I & C	0,9	1,06	N.S.
B & E	0,0	1,06	N.S.
B & D	0,3	1,06	N.S.
B & G	0,3	1,06	N.S.
B & H	0,3	1,06	N.S.
B & A	0,4	1,06	N.S.
B & F	0,4	1,06	N.S.
B & C	0,5	1,06	N.S.
E & D	0,3	1,06	N.S.
E & G	0,3	1,06	N.S.
E & H	0,3	1,06	N.S.
E & A	0,4	1,06	N.S.
E & F	0,4	1,06	N.S.
E & C	0,5	1,06	N.S.
D & G	0,0	1,06	N.S.
D & H	0,0	1,06	N.S.
D & A	0,1	1,06	N.S.
D & F	0,1	1,06	N.S.
D & C	0,2	1,06	N.S.
G & H	0,0	1,06	N.S.
G & A	0,1	1,06	N.S.
G & F	0,1	1,06	N.S.
G & C	0,2	1,06	N.S.
H & A	0,1	1,06	N.S.
H & F	0,1	1,06	N.S.
H & C	0,2	1,06	N.S.
A & F	0,0	1,06	N.S.
A & C	0,1	1,06	N.S.
F & C	0,1	1,06	N.S.